



HAL
open science

Situational analysis of green manure practices implemented in Gaillac vineyard

Bertille Matray

► **To cite this version:**

Bertille Matray. Situational analysis of green manure practices implemented in Gaillac vineyard. Life Sciences [q-bio]. 2019. dumas-02370432

HAL Id: dumas-02370432

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02370432>

Submitted on 19 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS
OUEST

- CFR Angers
 CFR Rennes



Année universitaire : 2018 – 2019

Spécialité :

Agroecology

Spécialité (et option éventuelle) :

Mémoire de Fin d'Étude

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Situational analysis of green manure practices implemented in Gaillac vineyard

Par : Bertille MATRAY



Photo de l'auteur

Soutenu à Rennes, le 12/09/2019

Devant le jury composé de :

Président : Guénola Perez

Maître de stage : Laure Gontier

Enseignant référent : Edith Lecadre

Autres membres du jury :

Matthieu Carof

Les analyses et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

« Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France »

Disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Acknowledgments

I would like to give a sincere thank to all the IFV team for the pleasant atmosphere of these six months and for the help provided always with a smile. Thank you to Laure Gontier for the certain work of coaching me, rereading this report and for all the advices and knowledges transmitted. Also, thank you to Christophe Gaviglio for his tips that always allow to step back and unblock the situation.

This internship would also have been much less colourful without the possibility to meet winegrowers. I would like to thank the winegrowers I met during my field campaign for their motivation and goodwill. I am also grateful to Virginie Vignes for this help when building and spreading the online survey.

Finally, thank you to my schoolmates and supervising teachers, notably my tutor Edith Le Cadre, for the tips to write this report. During this last year, I also appreciated for sharing her work and expert knowledges on agronomy in viticulture.

Table of contents

Introduction.....	1
1 Theoretical framework	2
1.1 State of the art	2
1.1.1 Green manure into vineyard: what services?	2
1.1.2 Importance of the modalities of green manure’s insertion into the soil management technical itinerary and its pedo-climatic context.....	5
1.2 Context of the Gaillac vineyard	7
1.2.1 Technico-economic context	7
1.2.2 Pedoclimatic context	7
1.2.3 Innovative green manure practices in the Gaillac vineyard	8
1.3 Problem statement, research questions and hypotheses	9
2 How green manures are integrated into soil management strategies in the Gaillac vineyard?.....	10
2.1 Objectives of the survey:.....	10
2.2 Material and method.....	10
2.2.1 Method of data collection.....	10
2.2.2 Data treatment method	11
2.3 Results	12
2.3.1 Overview of the population surveyed	12
2.3.2 Clusters of soil and farm	13
2.3.3 The different itineraries and their distribution across the soil and farm clusters	14
2.3.4 Decision rules, satisfaction, barriers and expectations.....	16
3 What links can be established between soil management technical itinerary characteristics and green manure performances?	17
3.1 Objectives.....	17
3.2 Material and method.....	18
3.2.1 Data collection method	18
3.2.2 Data treatment method.....	19
3.3 Results	19
4 Discussion.....	21
4.1 Synthesis of the GM practices and perspectives for IFV	21
4.2 Up to agroecosystem services	23
4.3 Towards boom of green manuring in vineyards?	25
Conclusion	26
Bibliographie.....	27

Introduction

The last century has seen food production be revolutionized. Nowadays, about half of the population rely on nitrogen fertilizers for their alimentation. The environmental impacts of, on one hand, the NO₂ and CO₂ emission during their synthesis, and, on the other hand, the NO₂ emission and leaching in fertilized fields raise serious concerns (Von Blottnitz *et al.*, 2006; Crews and Peoples, 2003). Farmers have been affected by the volatility of fertilizer purchase prices in the last decades. It directly decreases profitability, strongly for productions where fertilizer account for a large part of production costs, such as corn or small grains (Huang *et al.*, 2009). Facing these challenges, others approaches for fertilization would benefit from being better known in order to feed a growing population. The atmospheric dinitrogen is the largest reservoir of nitrogen on earth and it can be fixed by legumes with the energy derived from photosynthesis. Thus, legume-based agroecosystems are likely to be more sustainable than fertilizer-based systems (Crews and Peoples, 2003). Regenerating soil fertility through this biological fixation by legume-rhizobial symbiose is an alternative practice. Cover crops of legumes accumulate nutrients that will be released after cover crop death and available for the subsequent crop. Although crop system is partly dependent to synthetic nitrogen fertilizer, inputs of biological fixed nitrogen still has a significant contribution to fertilization in pastures and field crops systems (Evans *et al.*, 2001). In perennial crops systems, green manuring showed interesting potentials in cultivation of sugarcane (Ramesh *et al.*, 2003), orchards (Mouco *et al.*, 2015) and vineyards (Garcia *et al.*, 2018) to increase nutrients availability and use efficiency. At least in winter, these perennial crops do not cover the empty space in between the rows, allowing growing intercrops. Performances assessment and technical references are more and more available in field crops systems. Yet, management of the cover crops in vineyards requires assessment of the potential competition with the perennial crop, and of the potential restitutions of nutrients by the green manure in order to build references and decision rules (Rapidel *et al.*, 2015; Garcia *et al.*, 2018). Also, the success of a green manure depends on its good development, Cherr *et al.* (2006) deplore a need for assessment of potential effects of environment and management on candidate green manure survival, growth and decomposition. To better answer those concerns, the French Vine and Wine Institute first needs to connect with winegrowers' expectations and soil management itineraries. Therefore, this internship proposes to review and help understanding management methods used in the field in a precursor vineyard, the vineyard of Gaillac, and to study the effects of the environment and management choices on green manure development.

1 Theoretical framework

1.1 State of the art

1.1.1 Green manure into vineyard: what services?

1.1.1.1 *The different soil management strategies in vineyard*

Grapevine (*Vitis vinifera*) is a perennial crop commonly grown as a monoculture. Soil management aims at improving physicochemical properties, water regime and limiting weed development. The operations can be different over the year, and between and under the grapevine row (Reynier, 2016). In the 20th century, most farmers managed soils thanks to mineral fertilizers and tillage. Since the middle of the 20th century, herbicides have been widely adopted thanks to their great effectiveness. In the 70ies, the environmental contamination induced by mineral fertilizers led to a renewal in the use of manure and cover cropped with legumes (Hartwig and Ammon, 2002). Cover crops are living, purposely seeded or resident plants grown into or after the main crop (Hartwig and Ammon, 2002). Cover cropping in vineyard gained popularity for quality issues, indeed it can have a positive effect on grape composition (Lopes *et al.*, 2008) and health conditions (Valdés-Gomez *et al.*, 2011). Moreover, viticulture has been evaluated as one of the most erosion prone land use (Cerdan *et al.*, 2010) and the main cause appears to be the typical late 20th century crop management (Martinez-Casasnovas and Sanchez-Bosch, 2000), with winegrowers' practices aiming to maintain bare soils (Rodrigo-Comino, 2018). On the reverse, cover crops can be included in conservation agriculture practices, by providing a groundcover that reduces erosion (Labreuche *et al.*, 2007).

Quite recently, a survey (Agreste, 2017) recorded French vineyards' cultural practices, highlighting a contrasted situation. 45% of vineyards plots present a groundcover between the rows. In about half of the cases, the soil is cover cropped only one inter-row out of two. A few of the cover cropped inter-rows are sown and permanent (7%), even less are sown and temporarily (5%); most are spontaneous and permanent grass (Agreste, 2017). Temporarily groundcovers are mainly wintry, growing during the resting phase of grapevine. Under the rows, a vegetal cover is rarely tolerated (Mezière *et al.*, 2009; Agreste, 2017). A mulch is sometimes formed with cover crop residues, but it is not a majority practice (Agreste, 2017). Chemical weeding is a common practice, tillage is an alternative. Both can be combined in time and space. The latter is preferentially used between the rows rather than under the grapevine (Agreste, 2017) where it calls for specific material (Mezière *et al.*, 2009).

1.1.1.2 *The services and disservices provided by cover crops*

Cover crops are a powerful lever to improve soil physical structure. They allow increases of infiltration, water holding capacity (Tournebize, 2001), and aggregate stability thanks to the supply of organic matter (Garcia-Diaz *et al.*, 2017). Consequently, a reduction of erosion is observed (Lieskovsky and Kenderessy, 2012), and they provide firm footing for cultural operations (Mc Gountry, 2004).

Cover crops in vineyard allow a reduction of phytosanitary chemicals transfer in the environment thanks to better infiltration of the run-off, retention and degradation of the molecules (Benoit *et al.*, 2003). Meanwhile, vineyard consumption of pesticides is important. In France, they represent 37% of the agricultural lands but 20% of French pesticides consumption (Mezière *et al.*, 2009). Also, a reduction of nitrogen leaching is observed (Tournebize, 2001). Moreover, cover crops help control weed community (Baumgartner *et al.*, 2008) and can be one step toward herbicide reduction.

Then, the presence of a groundcover provides board and lodging for soil organisms. Higher abundances were observed for nematodes and earthworms (Coll *et al.*, 2009 for permanent grass). Microbial biomass, respiration and nitrification are also increased (Steenwerth and Belina, 2008).

Finally, thanks to the organic matter supply and the enhancement of soil organisms' activity, cover crops can support soil fertility (Ingels *et al.*, 2005). This role will be further explained in the following section.

On the other hand, cover cropping in vineyard may cause a vine vigour reduction (Celette, 2007; Valdés-Gomez *et al.*, 2011). Competition because of cover cropping a sensitive stages of vine growth such as blooming and berry setting can lead to important decrease in yields (Delpuech and Metay, 2018) and alter must and wine quality (Guerra and Steenwerth, 2012). In spring and summer, the groundcover gradually dries and impoverishes the superficial soil compartments (Celette, 2007). Cover crop root system occupy approximatively the sixty first soil centimetre, where also mineralisation, a process notably water condition dependent, stand. Labile organic nitrogen pool and nitrogen mineralization decrease with depth (Gilmour, 2011; Gaultier and Farenhorst, 2006). Mineral nitrogen stock may be significantly lower during spring and summer in cover cropped vineyards because of nutrients uptakes by the cover crop (Celette, 2007, without any fertilizer supply). Depending on the context, different dynamics and scale of uptake can occur and be source of real concerns for water and nitrogen grape alimentation. For example, a well-established permanent cover crop appears to consume more nitrogen than a seeded barley, particularly before budburst, during barley young stages. After what, the developing barley consumed nearly 10 kg N/ha in a month (Celette, 2007).

The balanced of the services provided highly depends on the context. If it is well managed, this competition control vegetative growth and improve grape quality (Delpuech and Metay, 2018; Rapidel *et al.*, 2015).

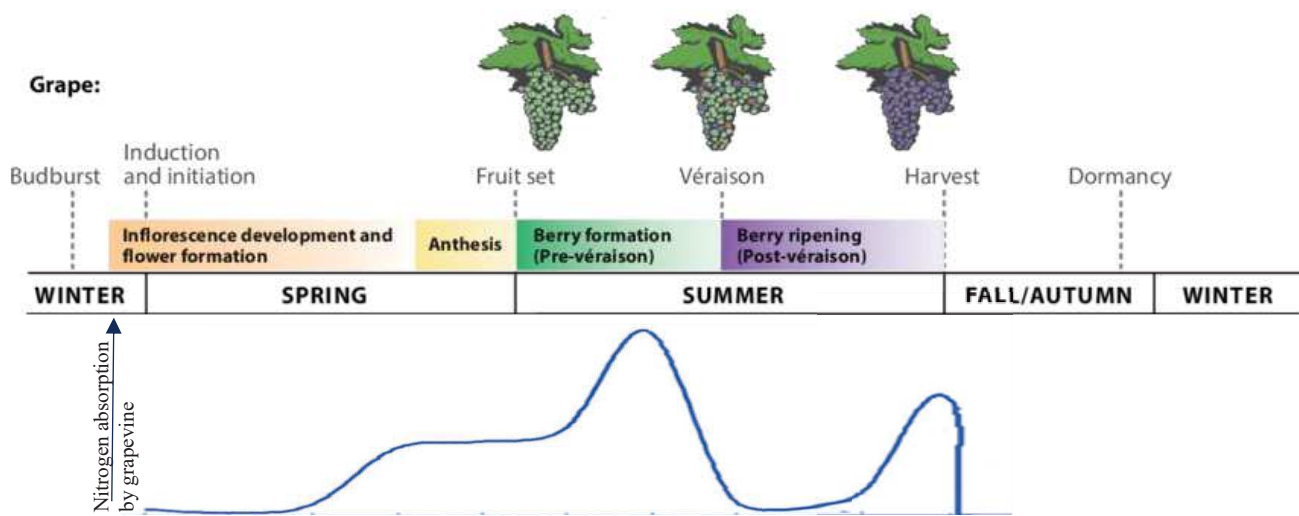


Figure 1: The different phenologic stages of grapevine (adapted from Naidu *et al.*, 2015) and shape of nitrogen absorption during grapevine growth cycle (adapted from <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/lazote-en-viticulture/>).

1.1.1.3 Green manures to support soil fertility for grapevine

Green manure (GM) is a crop designed to ensure a soil amendment and a nutrient source for a main crop (Cherr *et al.*, 2009). The input is realized thanks to the entrance of supplementary nitrogen sources and thanks to organic nitrogen storage in soils (Huyghe and Schneider, 2015). In vineyards, one can define it as crops that will be mown or ploughed to restore nitrogen to grape (Garcia *et al.*, 2018). Grapevine is in dormancy during winter and knows different growth stages from budburst to senescence as detailed in figure 1. After bud burst, grapevine first uses its reserves from the previous year in the ligneous tissues (Goutouly, 2011; Conradie, 1986). After a few weeks, grape roots elongation increases fast and is maximum at blooming (Williams and Matthews, 1990). Soil nitrogen absorption is greatly enhanced from blooming to veraison stages (Conradie, 1986). The nitrogen requirements concern mainly the leaves and grapes. They respectively represent 1.21 and 1.39 kg N per ton of grapes produced and more than 60% of total plant requirements (Conradie, 1980, studied on Chenin blanc). For controlled yield objectives (Protected Designation of Origin, or PDO, produced at around 45 hl/ha), nitrogen needs of grapevine are about 20-30 kg/ha per year, whereas for higher yield objectives (Protected Geographical Indication, or PGI, produced at 100 hl/ha) they reach 70 kg/ha (Crespy, 2007). As grape nitrogen needs are the most important from bud burst to veraison and reach a peak at blooming (Conradie, 1980), soil fertility here consists in a good availability of nutrients near blooming.

To reach great performance in terms of soil fertility support, the approach of implanting specific crops between the rows during winter is gaining popularity. Some species can be chosen notably because the amount of nitrogen available for the next crop depends on the C/N ratio of the service crop (Finney *et al.*, 2016). Organic residues in soils have generally C/N ratios between 10 and 30 (Calame, 2016). Legumes' richness in proteins (Huyghe and Schneider, 2015) classify them as good green manure, with low C/N ratios. Vetch and clover were reported as presenting higher plant-available nitrogen than wheat or rye (Bair *et al.*, 2008). Leguminous ability to capture atmospheric nitrogen is important; for example, from 45 to 80 % of the nitrogen content of pea is atmospheric nitrogen fixed by the symbioses (Jensen, 1986).

Green manures including leguminous have already proved itself to provide nitrogen to grape. Gontier (2013) reported a higher nitrogen release in soil cover cropped with *Vicia faba* compared with cover crops composed of *Grasses* or *Brassicas*. This performance must have been due to a higher biomass production by *Vicia faba* (3.5 t/ha of dry biomass instead of 0.8 t/ha or 1.3 t/ha for grasses or brassicas) and nitrogen content (2.8 % of dry biomass instead of 1.2 % or 1 %). In this study, the effect on grapevine yield were little; an improvement in nitrogen content of must was sometimes observed.

Another key issue for the nutrient furniture to the main crop is that the green manure should have a great biomass production (Vrignon-Brenas *et al.*, 2016). Cereals well fit this criterion with important dry matter production. Fourie (2010) reported dry matter production of triticale reaching 6 t/ha before grapevine budburst (sown at a seeding density of 100kg/ha).

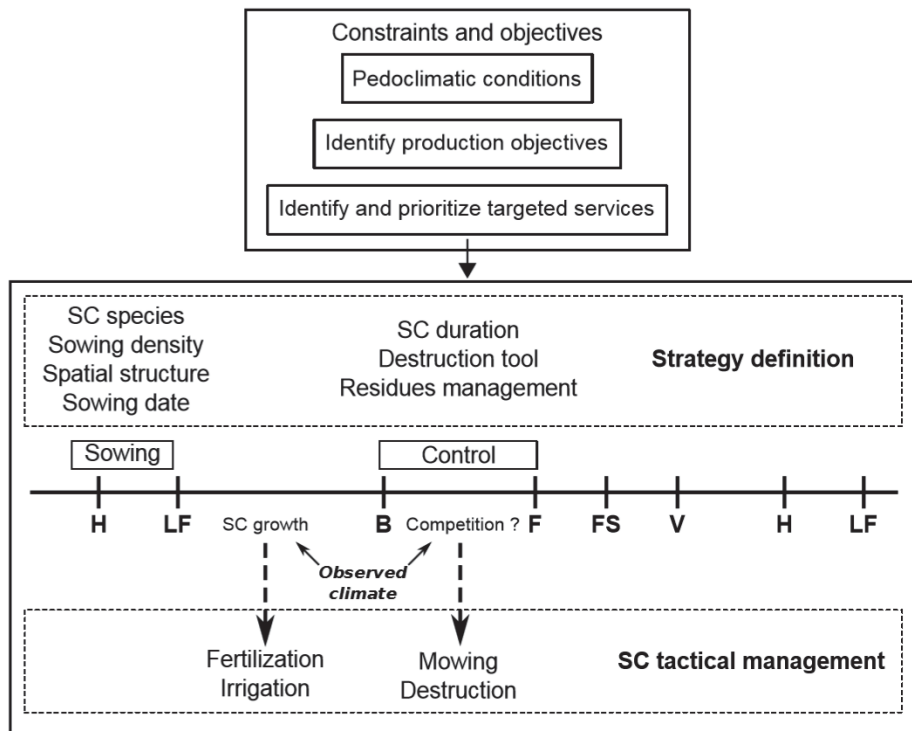


Figure 2: Framework for the choice and management of service crops (SC) in vineyards (Garcia *et al.*, 2018)

H: harvest, LF: leaf fall, B: budburst, F: flowering, FS: fruit setting, V: veraison.

Finally, the nature of the GM strongly impacts its nutrients support. In this study, we have chosen to focus on wintry sown GM that have flourished in our studied area and to understand their complexed management which comes in addition to grapevine management.

1.1.2 Importance of the modalities of green manure's insertion into the soil management technical itinerary and its pedo-climatic context

Constraints and objectives determine choices and management of the services crops, which are sum up along grapevine cycle on the figure 2. Cover crops management offer diverse options – seeding tool, duration, destruction tool, residue management – which are essential levers to reach one targeted service (Garcia *et al.*, 2018). In this section, we will develop technical itinerary options and their consequences. We define a technical itinerary as the logical and ordered combination of cultural operations, implemented for a culture (Sebillotte, 1974). We focus only on soil management issue in settled vineyards implementing green manure.

To begin with, restitutions desired in spring imply a sowing period from late September to November, about 4-6 months before the GM accumulate enough biomass. Sowing conditions in late summer are often quite bad, notably because of bad temperatures and soil conditions. Some species can show preferences for early or late sowing; for example, *Trifolium incarnatum* and *Vicia Faba* seems to develop better in Gaillac when early sown (Gontier, 2017). Second, the sowing operation must be organised among the other steps of the main crop cultivation (Justes *et al.*, 2012), notably grape harvest and an eventual soil preparation. To choose a tilled seedbed or a direct seeding imply differences for plant germination, as well as seeding method (Jeon *et al.*, 2011). Direct seeding can pose technical problem because of the residues or the weeds present (Labreuche *et al.*, 2007).

The choice species offer numerous possibilities to suit targeted services. Clovers, vetches, alfalfa and other medics, lupins are common temperated GM legumes in field crops systems. Cereal rye, mustards radishes, buckwheat, millet, oat and wheat are usual for nonlegumes service crops (Cherr *et al.*, 2006). Based on research on natural ecosystems showing that increasing plant diversity allows a greater biomass production (Hector *et al.*, 1999; Tilman and Downing, 1994), one can propose to use multi-species cover crop. Finney *et al.* (2016) encounter a positive correlation ($R^2=0.15$) between species richness and cover crop biomass. The authors measure an average increase in dry aboveground biomass of 533kg/ha for each supplementary cover crop specie. Also, nitrogen functional complementarity, studied in grass-legume bicultures, appears to be a great lever to reach high cover crop biomass production (Finney *et al.*, 2016), with intermediary C:N ratio (Teasdale and Abdul-Baki, 1998). Even if an increased in cover crop mixture biomass in comparison to high yield cover crop monoculture is not reached in all contexts, it may allow to combine phenological complementarities to fulfil several agroecosystem services (Finney *et al.*, 2016).

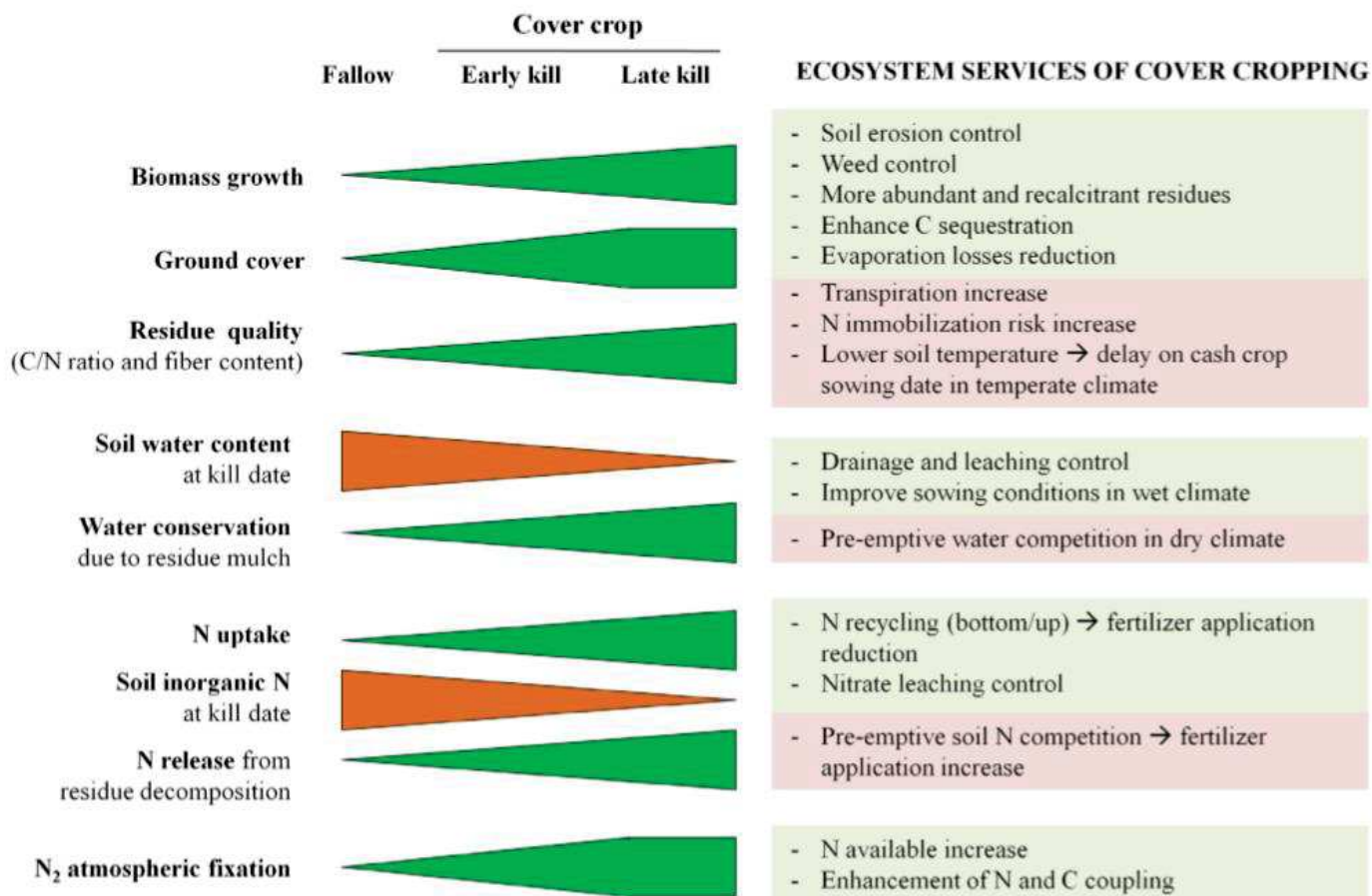


Figure 3: Schematic representation of the effects of kill date on environmental variables and ecosystemic services (Alonso-Ayuso et al., 2014)

The cover crop studied is a mixture of barley (*Hordeum vulgare* L.) and vetch (*Vicia sativa* L.) sown in October and killed on two different dates: mid-March and mid-April, in a field crop system. Fallow is used as reference conditions

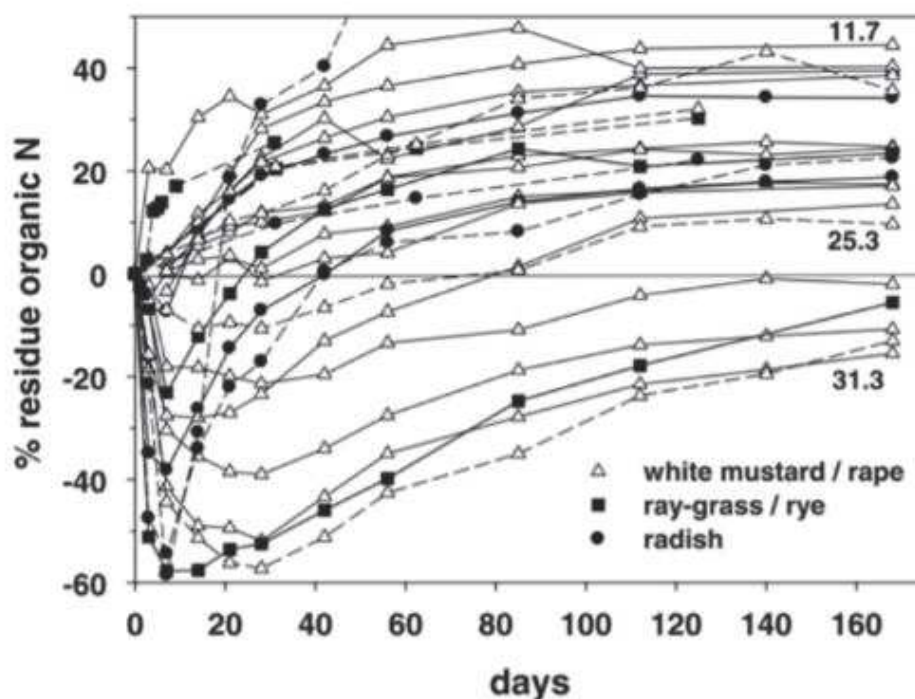


Figure 4: Nitrogen mineralization rate for cover crops residues measured with soil incubation. Figures on the right are C/N ratio (Justes et al., 2009)

Then, decisions of tactical adjustments depend on the observed climate because of its impacts on GM growth and competition for nutrients with grapevine. Soil and climate strongly influence GM implantation and biomass production (Gontier, 2017). Soil temperature, excess and lack of water, can affect plant germination (Labreuche *et al.*, 2007), and, for legumes, the symbiotic bacteria survival (Huyghe and Schneider, 2015). The symbiotic fixation of the legumes can be altered by a high soil mineral nitrogen content. To fertilize a green manure can be a tactical choice, but it makes it lazy to fix nitrogen, the legumes would rather use the mineral nitrogen available in soil (Voisin *et al.*, 2002). Finally, biomass production is the greatest in April and May, around 600 degree-days after sowing (Alonso-Ayuso *et al.*, 2014). Then, fear of frost, competition or inconvenience for cultural operations may be decision criteria for destruction.

The cover crops kill date is a key of the GM success (Alonso-Ayuso *et al.*, 2014). Comparison between ecosystem services provided by early kill and late kill cover crops in field crop system is presented in figure 3, showing that a majority of services are enhanced for late kill date. Time of destruction influence the quality and quantity of green manure. From emergence to bolting stage, nitrogen quantity increases in leguminous organs. Blooming is the period were the development of aerial and root system is maximum. Then, during maturation, a dilution is observed (Huyghe and Schneider, 2015).

In field crops, destruction of the GM is mainly done by tillage (with disks for example), rolling, chemical weeding or thanks to frost. The destruction mode can be decided in relation with the species of the green manure, and in relation with the residue management planned (Labreuche *et al.*, 2007). In vineyards, frost can't be used to kill the GM because the development is delayed and also climate conditions are generally warmer. Chemical destruction is neither expected.

After destruction, mineralization kinetic is influence by inherent soil properties but also residues nature and management. For important C/N ratio, cereal alone for example, nitrogen mineralization of the residues is often first locked, generating a nitrogen deficiency (Justes *et al.*, 2009). After about one month, the mineralization significantly begins. The evolution of organic nitrogen released follow different trends as presented in figure 4. After two months, only 10% of organic nitrogen has been mineralized for cereal alone, in comparison with 40% for mixes including leguminous. Furthermore, the proportion of nitrogen mineralized may depend on the residue's management. In viticulture, the increases of soil nitrogen mineralization and nitrogen content of the must, observed in a *Vicia Faba* cover crop, are the highest when the residues are buried (Gontier, 2013 with burying five days after destruction by schredding). Depth of incorporation will impact nitrogen and water dynamic (Justes *et al.*, 2012). Residues management is essential to improve soil-residues interaction and can provide other services than nutrient supply such as reduction of soil evaporation if a mulch is formed (Guerra and Steenwerth, 2012; Celette, 2007).

On the top of that, a winegrower can have a multiannual strategy. This strategy can include a rotation of different soil management itineraries, on the model of field crop rotations. The objectives of

such a strategy could be notably to increase weed control and support GM biomass production with an improved sanitary soil status (Fourie, 2010).

1.2 Context of the Gaillac vineyard

Located in the south-west of France, 50 kilometres east from Toulouse, the Gaillac vineyard extends on each side of the Tarn River, from Cunac to Saint Sulpice (<https://www.vins-gaillac.com>). The South-west division of the IFV is one of the seven regional branches of the IFV, working on vineyards from Aveyron to Pays Basque. The main pole of work of the division is the Vinnopôle in Lisle-sur-Tarn, in the heart of the Gaillac vineyard. It is established in an experimental estate with 15 ha of grapevine. One major mission of IFV is to elaborate technical references for modern viticulture and be able to answer winegrower's expectations, anticipating and addressing eventual innovations (<http://www.vignevin-occitanie.com/>).

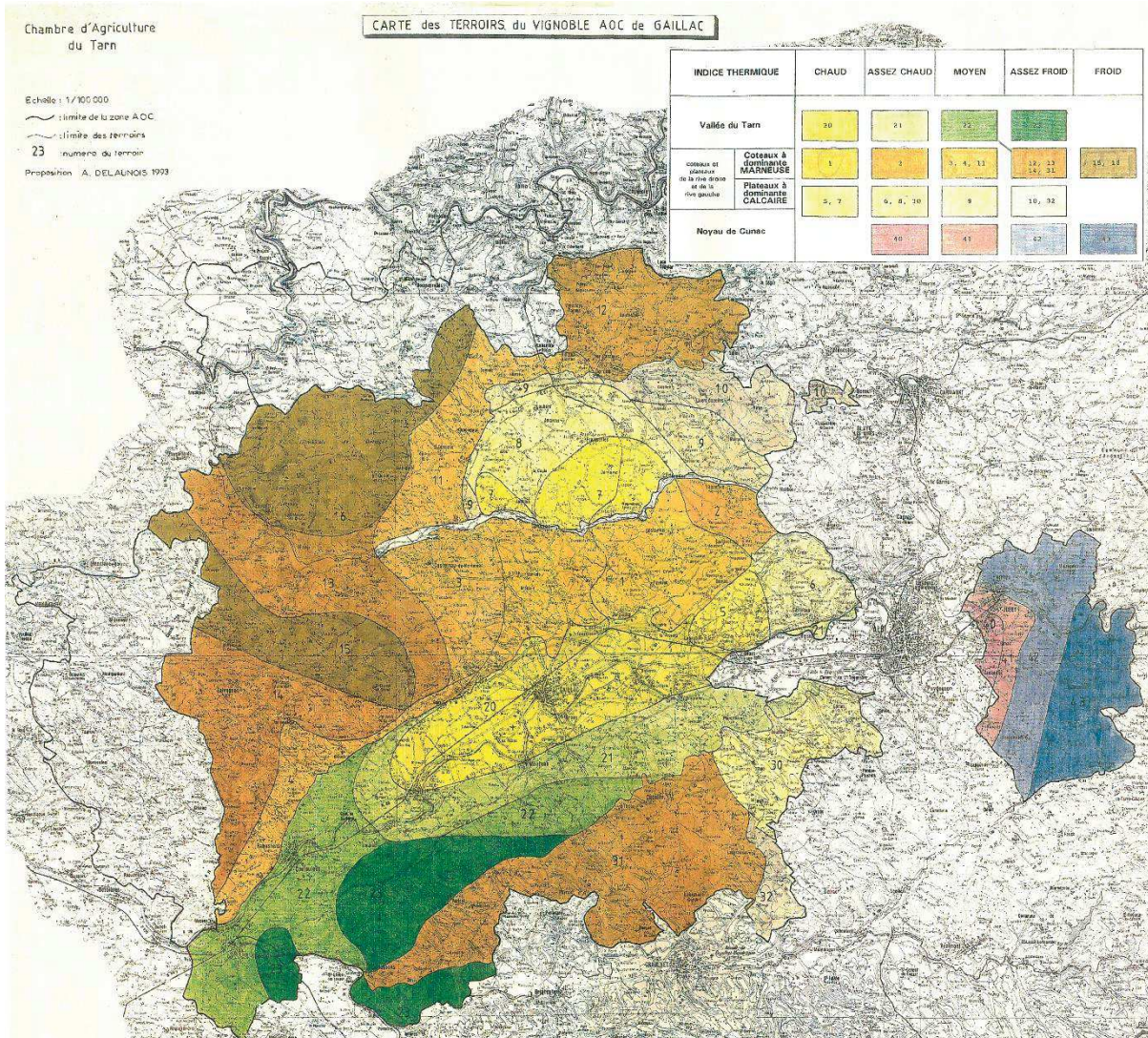
1.2.1 Technico-economic context

The Gaillac vineyard's surface area is estimated at 6412 ha (Agreste, 2017). The production is mainly shared between the AOP Gaillac and the IGP Côtes du Tarn. The division is quite fair: the first corresponds to 3400 ha and a production of 155 000hl/year, and the later corresponds to 2700 ha and a production of 188 000 hl/year. The products are 60% red wine, 30% white wine and little volumes of rosé wine. A great diversity of wine products may be found, often even in a single farm. It involves notably a great number of grape varieties, local for most of them: Gamay, Braucol, Duras, Prunelard for red wines, and Mauzac, Loin de L'oeil, Ondenc, Muscadelle, Chardonnay and Sauvignon for white wines (www.france-sudouest.com). The Maison de la Vigne et du Vin de Gaillac is the winegrowers' inter-profession, gathering both AOP Gaillac and IGP Côtes du Tarn vineyards.

According to the agricultural census of 2010 (Urbain, 2015), 370 farms with grape production are in the AOP Gaillac area. Among them, 250 are significantly specialized in grape production, 55 are specialized both in field crops and grape, and finally the rest isn't specialized in grape production. Average farm size in Gaillac area is 41.6 ha and average vineyard is 21.8 ha. Even the farms specialized in grape production often have other culture(s), mainly 15 ha of field crops, 2.4 ha of permanent pasture in average (Urbain, 2015). Based on the Agreste survey on cultivation practices of 2013, the part of organic vineyard in Gaillac area is 6% (Agreste, 2017). 48 % of the 250 specialized vineyards ensure the wine production in their own winery (Urbain, 2015). Otherwise, the production is intended to trader-winemakers and cooperative wineries.

1.2.2 Pedoclimatic context

The Gaillac area is commonly divided in three large terroirs broadly organised from north to south: the Cordais plateau in the north of the Vère River, the hill sides on the right bank of the Tarn, and finally lands of the left bank of the Tarn that are mainly alluvium terraces (Courjault-Rade *et al.*, 2005). This distinction is locally very used and echoes to the landscapes. Nevertheless, it doesn't include part



Caption:

A translation of the caption is proposed above:

Thermal index		Warm	Quite warm	Medium	Quite cold	Cold
Tarn river valley		20	21	22	23	
Hillsides and plateaux of right and left banks	Hillsides with marly domination	1	2	3, 4, 11	12, 13 14, 31	15, 16
	Plateaux with calcareous domination	5, 7	6, 8, 30	9	10, 32	
Cunac island			40	41	42	43

Scale : 1/100 000

limits of the Aop Gaillac denomination zone

limits of the terroirs

23 number of the terroir

A. Delaunois 1993

Figure 5: Map of the terroirs in the Gaillac AOC denomination zone (A. Delaunois, 1993)

of the vineyard area east of Albi, and a finer soil study is presented on figure 5. Finally, we can sum up the pedoclimatic conditions with the following great groups. The first would be composed of hill sides and plateau of calcareous or marly dominance (Delaunois, 1993), with eventually very shallow soils (Delaunois *et al.*, 1996). They are mainly in the north of the area. According to the Pedological Referential (Baize *et al.*, 1995), they are calcosols (Delaunois *et al.*, 1996). The second would be alluvium terraces (Delaunois, 1993), including the so-called “boulbène” which are here ancient alluvium terraces with leached loamy soils poorly drained (Delaunois *et al.*, 1996). According to the Pedological Referential (1995), they are luvisol-redoxisol (Delaunois *et al.*, 1996). Common in Aquitaine, these soils are humid in winter but dry in summer; soil crusting is often observed. They lack soluble elements, notably fertilizers (Cavaillé, 1951). They are located in the Tarn valley; they occupy largely the left bank (south). To finish, a block east of Albi (Delaunois, 1993), in the Cunac municipality, is composed of hill sides and plateaus which are dissected, with gravel clays. Soils are also leached and loamy (Delaunois *et al.*, 1996). According to the Pedological Referential (1995), they are luvisol (Delaunois *et al.*, 1996).

Climate of the area has Mediterranean influences, with strong heat, and oceanic humidity. Warm and dry Autan wind is also a component of the climate (Courjault-Rade *et al.*, 2001). Globally, climate is warm and temperate, rainfall is significant even in summer. Average annual temperature in the city Gaillac is 13.1°C and the rainfall 732 mm/year (<https://fr.climate-data.org/europe/france/midi-pyrenees/gaillac-8019>). Climate show variations across the area, they are quite finely presented with colour gradient on the map (figure 5). The calcareous hill sides and plateau include the warmer zone of this region. Autan wind is particularly felt in southwest of the left bank and in the east of the Cunac block (Delaunois *et al.*, 1996).

In this landscape, vine cultivation rate is higher on calcareous hill sides and plateau (from 10-20% near Albi to more than 50%) than in Tarn valley, left bank or east block where it reaches between 2 and 20 % (Delaunois *et al.*, 1996).

1.2.3 Innovative green manure practices in the Gaillac vineyard

For almost one decade, the IFV has observed innovative green manure practices in the Gaillac vineyard. The first field tests followed by the IFV began in 2010. It took place with a winegrower interesting in transferring its green manure practice from his field crops to his vineyard plots. In 2013, the IFV joined its forces to the Maison de la Vigne et du Vin de Gaillac; they candidated for a CASDAR project entitled “Innovative cover crops in vineyard for improvement of soil fertility, in order to conciliate reduction of inputs and durability of the production”. The project tried to gather actors of developments, of research, and about fifteen winegrowers. One main objective was to learn collectively how to carry out green manure in theirs pedoclimatic local conditions. It last until 2018. Meanwhile, factorial tests were driven on the experimental estate associated to the Vinnopôle in Lisle-sur-Tarn. Yet, an explosion in green manure use and a diversity of management styles has been observed (IFV and Maison des Vins de Gaillac, 2017).

This practice adds up to traditional operations. In Gaillac, according to the 2013 census of cultural practice, the large majority (65%) of fertilizer inputs are mineral, 20% are foliar fertilizers, 4% only are organic and the rest is organo-mineral or unknown (Agreste, 2013). For half of the surface, fertilizer supply occurs each year; for 34% it takes place at least one time in four years; finally, for 15% of the surface no fertilizer was spread between 2009 and 2013 (Agreste, 2013). Concerning weeding, 46% of the surfaces are wed with chemicals, only 9% by mechanical weeding and on 43% of the surfaces both are used. In comparison with the other vineyards from southwestern France, occurrence of chemical weeding is higher (Agreste, 2013). In half of the plots of Gaillac zone, soil under the grapevine rows is kept bare; in 46% vegetal cover is temporary. On the inter-rows, surfaces are for 67% permanently cover cropped and for 28% temporarily cover cropped (Agreste, 2017).

As explained before, cover crops management is quite complex, and an innovative practice that may be difficult to handle for winegrowers. In Gaillac, the presence of pluri-actives people (Zahm *et al.*, 2008) and the local dynamic (Biarnès *et al.*, 2012) around cover cropping may have been a catalyser for a large adoption of green manure in vineyards. Cover crops imply complexity and an adaptative strategy while there is still a lack for convenient indicators (Rapidel *et al.*, 2015), therefore we expect the winegrower to be in need for support and research of such theme.

1.3 Problem statement, research questions and hypotheses

Like several innovative practices, GM in vineyards calls for a performance assessment and technical references. First, a review of the different operating methods used in the field is essential to suit with winegrowers' concerns. Thus, this internship aims at understanding the soil management itineraries including GM in Gaillac vineyards. To this end, we choose to focus on two questions. The first issue is to characterize diversity of GM implementation in Gaillac vineyards, as well as to note winegrowers' needs for research on grass growing issue, in order to guide IFV research works on GM for next years. A survey was carried out to achieve these goals and to build a typology of GM use. The second question addresses the potential effects of management choices on the GM performances. A field campaign aimed at assessing GM performances in vineyards of Gaillac, trying to study the effects of different management choices.

These guidelines will be sequentially covered in this report. After a presentation of the state of art for green manuring in vineyards and of the context of this study, we will give an overview of what types of soil management technical itineraries include green manure in Gaillac vineyards. Then, we will explain what links the field campaign highlight between soil management technical itinerary characteristics and green manure performances. To finish, we will step back to imagine what could be the project continuation at the heart of this diversity for IFV and go back over the challenges of green manuring.

2 How green manures are integrated into soil management strategies in the Gaillac vineyard?

2.1 Objectives of the survey:

The purposes of the survey are to note the solutions chosen by the winegrowers in terms of GM design and multi-annual strategy inside the plots, of sowing and management methods, also their decision rules, and finally the satisfactions or the barriers to GM adoption. Also, after data processing, it should allow to understand to what extent the adoption and the type of green manure depend on technico-economic characteristics, production objectives, pedoclimatic conditions and/or soil management logic.

2.2 Material and method

2.2.1 Method of data collection

This study was intended to concern a maximum of winegrowers from Gaillac denomination origin zone. There were two paths which could be taken: a quantitative census of the GM adoption and/or a collection of more qualitative information to understand the soil management strategies. For this second goal, personal interview of the winegrowers could be more appropriate. Nevertheless, we needed the results of the survey to be ready and spread before the destruction of their green manure. Indeed, the idea was to use the data of the survey to select plots where the green manure performances could be measured (cf. part III). Therefore, we chose the use an online survey in order to contact a wider audience in a short time. This online survey should allow to identify the innovative soil management strategies including GM and to understand the decisions rules for the technical choices associated. Primarily, a survey to census successively several soil management itineraries was built. First, the main soil management itinerary (in terms of surface area) was asked, whatever it includes GM or not; then a second itinerary including GM was asked but optional. The idea was to place the GM adoption among the others soil management. This first version of the survey has been tested by a winegrower. The survey was judged too long. It appeared that if the GM was used in less than half of the winegrowing estate surface, it was not described. Instead of being exhaustive, the survey has been redesigned to focus on GM use and to guide the surveyed to describe his GM. Consequently, some neutrality has been lost, as well as strict census of GM adoption.

The survey has been spread by V. Vigues, counsellor for winegrowers of the departmental Agricultural Chamber, to approximately 300 winegrowers working in Gaillac denomination of origin zone. It last between 05/04/2019 and 15/06/2019 with weekly reminders. It has been sent to almost all the winegrowers of Gaillac area since there are 370 farms with grapevine in this area, with 305 specialized in viticulture or in viticulture and field crops (Urbain, 2015).

The survey was divided in three parts. First, a short description of the farm (see Annexe 1) was aimed

Variables	Values taken before groupings	Modalities assigned	Numbers of individuals	Frequencies
Utilized Agricultural Area (UAA) of the wine growing estate (ha)	[2; 67]	]0; 10]	11	0,24
		]10; 20]	12	0,26
		]20; 30]	8	0,18
		]30; 40]	7	0,15
		]40; inf[	8	0,18
Winery	Cooperative/independente winery/ trader winemaker	cooperative	23	0,50
		independent	23	0,50
Pluriactivity	No/ Field crops/ Breeding	No	17	0,37
		Yes	29	0,63
Surface per worker (ha)	[2; 43]	]0; 15]	32	0,70
		]15; inf]	14	0,30
Yield objectives a farm scale	AOP/IGP/ Without geographic indication	Low only	3	0,07
		high and low	37	0,80
		high only	6	0,13
Number of soil management itineraries	[1; 6]	1	18	0,39
		2	17	0,37
		>2	11	0,24
Environmental approach	Biodynamy/organic/ None/ Ecophyto/ HVE	organic_farming	17	0,37
		none	21	0,46
		reasoned	8	0,18

Figure 6: Description of the groupings made before the statistics treatment for farm typology

to evaluate if some wine estates were more likely to adopt GM. Various situations can be found across Gaillac vineyard and we analysed how size of the wine estate, its objectives of production, presence of a winery on the estate, labour force available, pluriactivity and methods of production (organic...) impact GM adoption. Then (see Annexe 2), the surveyed unit is one soil management technical itinerary. We defined it as one same combination of soil management operations implemented in a block of plots for one common goal. We fixed our investigation on the itineraries implemented for the campaign 2018 (late summer 2017 to harvest 2018). The winegrowers implementing green manure were asked to describe their majority (in surface) soil management technical itinerary involving green manure and some decision rules associated. If a winegrower has no green manure, he was simply asked to describe it majority soil management itinerary (see Annexe 3). The surface on which each itinerary is implemented is collected. The survey also collected information to characterize soil type corresponding to the itinerary described. The description of a second itinerary was possible but optional. The end part of the survey was aimed to take note of satisfaction or barriers to GM adoption (see Annexe 4).

In order to reduce length of the survey, the great majority of the questions were multiple choice questions, based on terms and habits found in Labreuche *et al.* (2011) for field crop, on opinions of IFV experts and a chamber counsellor for adequacy with vine cultivation.

2.2.2 Data treatment method

The answers were sum up and divided in four sets of variables: farm characteristics, soil conditions, itineraries' description and winegrowers' decision criteria. Farm and soil characteristics aim at summarizing Gaillac context in farm and soil typologies. Itineraries were also summed up and graded to make emerged groups of soil management strategies related to GM use. Satisfaction, barriers and GM users' decision rules were treated separately, simply to highlight the most common.

The statistic treatments were done with R software, using RStudio. To build soil and farm clusters, two Multiple Correspondence Analysis (MCA) were carried out using the MCA function of the package FactoMineR. Then, an Ascending Hierarchical Classification were performed for each MCA using the HCPCshiny function of the package Factoshiny.

Once collected, a treatment on farm characteristic data was necessary to sum up with accurate modalities (figure 6). MCA for farm cluster was made with the following variables: size of the wine estate, destination of the harvest (co-operator or winery owner), presence of field crops activity on the farm, number of hectares per permanent worker on the wine estate, type of products in relation with the yields expected (AOP, IGP or without IGP), number of soil management itineraries implemented in the wine estate and finally any environmental approach. We gathered the vineyard (UAA in 10-fold steps (ha), the calculated vine surface per worker (ha) in two categories ($]0; 15]$ and $15; \text{inf}[$) by IFV expert opinion (C. Gaviglio, IFV). Two aberrant values in farm descriptions were treated as missing values. One winegrower reported that half of his production was intended to a cooperative and half to his own

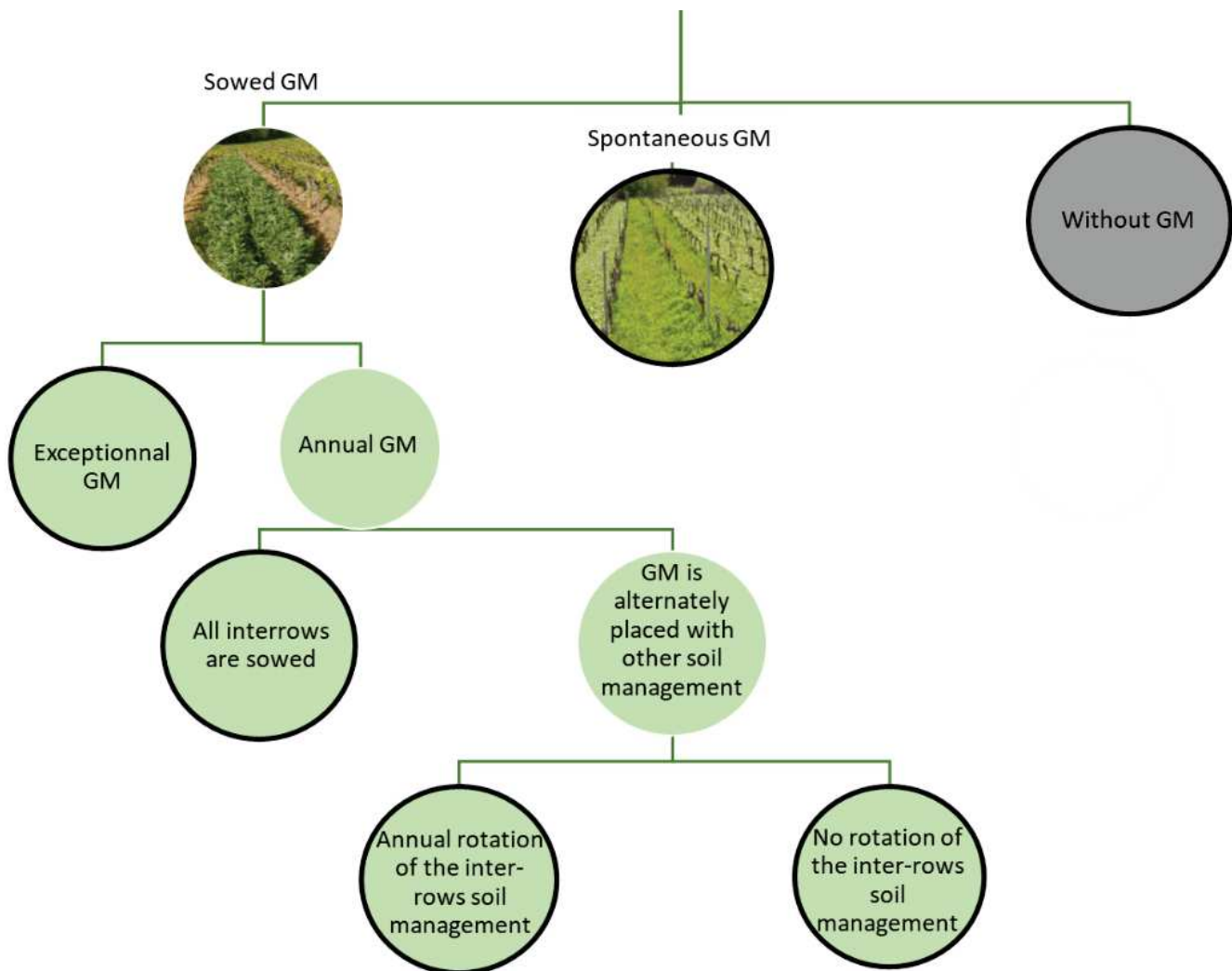


Figure 7: Segregation of the soil management itineraries surveyed in 6 clusters

- ⊗ Criterium of segregation
- Final cluster

winery. He was treated as owner of an independent winery because of its wine production activity. Two surveyed specified their grapes were intended to a trader winemaker, they were treated as cooperative users because they lack winery. The activities others than wine growing were only field crops, concerning 29 people, and breeding, concerning 3 people who also have field crops. We gathered the biodynamic and organic vineyards on one side (modality named `organic_farming`). When the surveyed was certified of high environmental value (the French HVE certification) or when he mentioned its involvement in the Ecophyto plan, the modality reasoned was assigned.

Analysis on soil data were made with the five following variables: texture, depth, calcareous rate, stoniness and slope. Proportion of missing values were so important for stone and slope that they were rather used as illustrative variables. We simplify data of stoniness in two ranges only (From 0 to 25 % and More than 25 %) because only two soils were characterized by a stoniness between 50% and 75% and none was higher than 75%. The answers 'Unknown' and 'Impossible to give an average' were considered as missing values. Ultimately, the destruction mode using a "rotovator" was mentioned by two winegrowers and we treated it as disking for its quite similar effect (C. Gaviglio, IFV).

Itineraries including GM were dissected in details and clusters were made by expert opinion (figure 7). The first level of segregation is the presence or absence of green manure, according to our definition. The next levels deal with soil management multiannual strategy and the intensity of the practice across a plot.

Finally, this study aimed at highlighting links between GM implementation and farm characteristics, soil characteristics and building GM use typologies. First, at the scale of the soil management itinerary, we observed which production objectives (in terms of wine denomination, colour and in terms of targeted production volume) and which fertilization (in term of Nitrogen unit) correspond to our clusters of itineraries. Then, we tested if the soil management itineraries depend on the belonging to a soil or farm cluster thanks to Fisher tests. We visualized the repartition of the individuals across the clusters. To finish, univariate tests were carried out, testing impacts of soil and farm clusters on specific technical choices: sowing date, sowing mode, plant families in the mixtures of the GMs, destruction mode, destruction date, and residues management.

2.3 Results

2.3.1 Overview of the population surveyed

The survey link has been opened 87 times, but many didn't complete all the answers. No duplicate was found but one winegrower answered (and signed) two times the survey in order to describe two different itineraries. Concerning the first part of the survey, the answers are exploitable enough for 68 different farms. These farms correspond to 1785 ha of wines, what represents 28% of the Gaillac vineyard, and about 160 workers. The wine estates surveyed are well distributed across Gaillac vineyard (Annexe 7). 48 (48/68) people declared they use GM in their vineyard, with an average of 18 ha of wines with

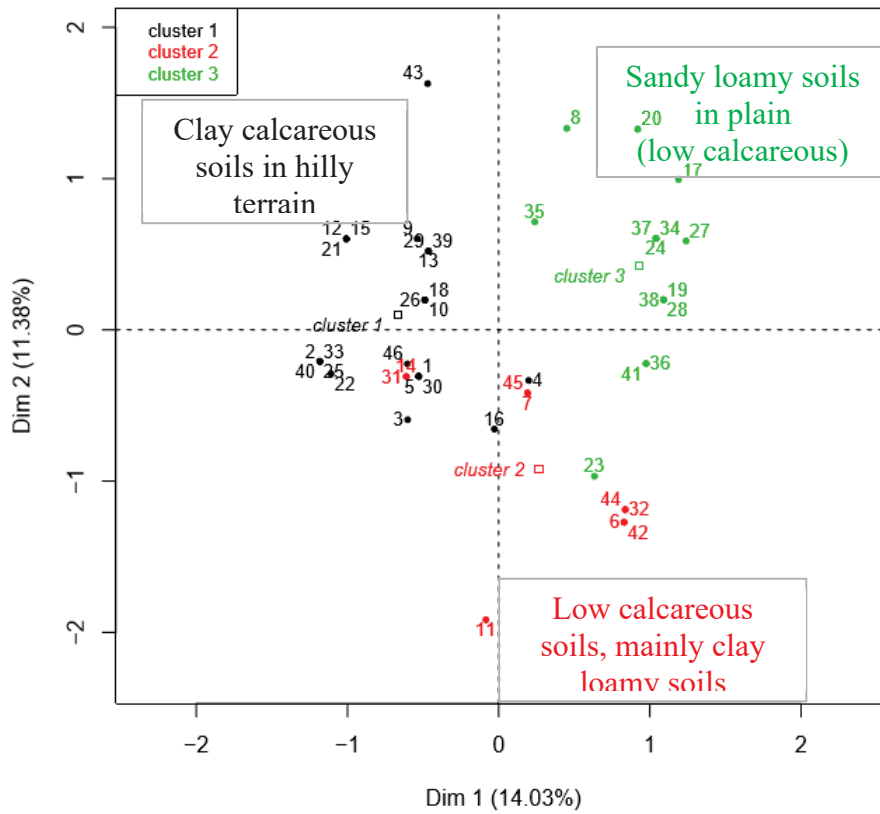


Figure 8: First factorial plan of the MCA for soil data and the three clusters associated

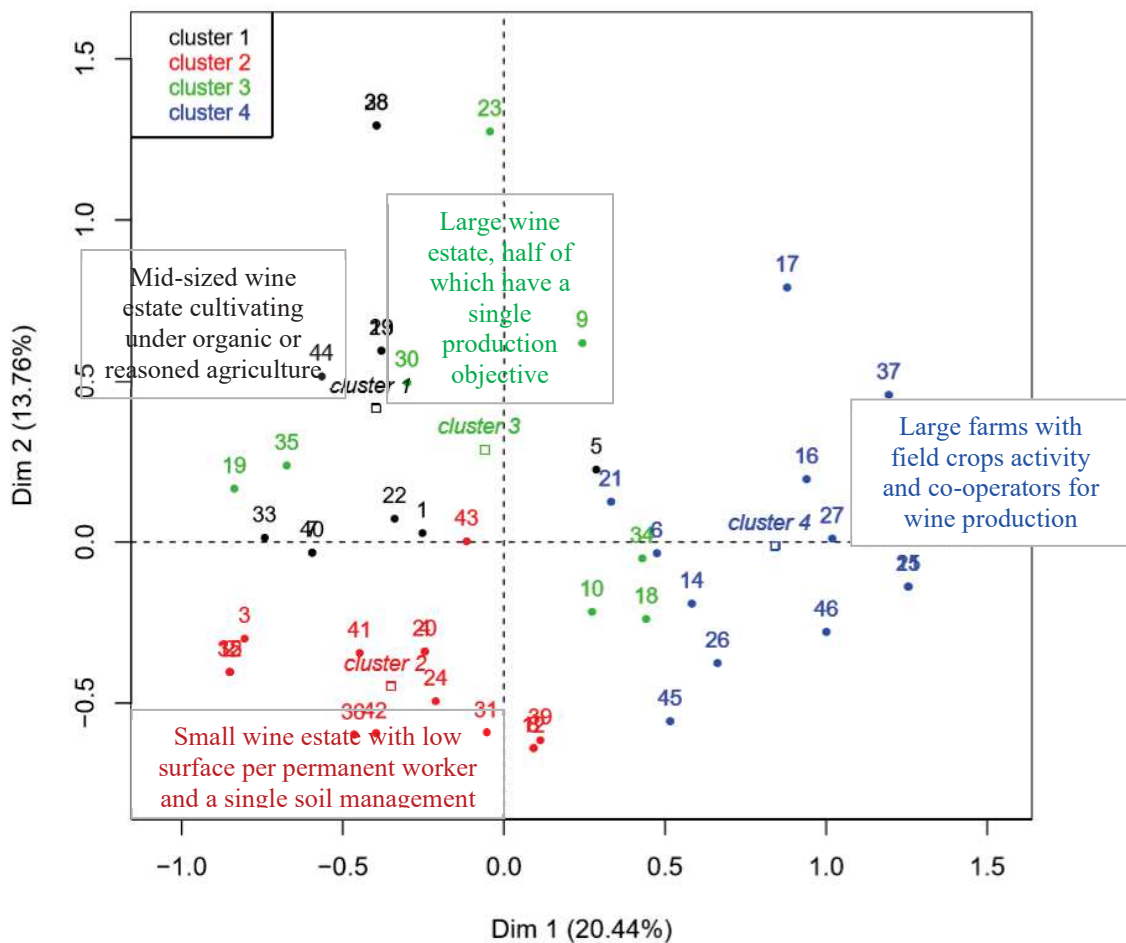


Figure 9: First factorial plan of the MCA for farm data and the five clusters

GM per farm, and for a total surface of 1002.8 ha. On average, the winegrowers, when they adopted it, use GM on 77% of their vineyard surface.

Concerning soil management itineraries, 46 descriptions were completed. These 46 detailed descriptions of the itinerary cover 908 ha. Finally, we worked with the 46 individuals in order to build soil clusters, farm clusters and to analyse the soil management itineraries.

2.3.2 Clusters of soil and farm

Clusters of soil:

The first factorial plan explains 25.41 % of the data variability. Only the first nine dimensions have been used to build a more stable classification even if it covers 83.52% of the variability. The stoniness is very badly represented, even in the next dimensions.

Finally, the individuals are split in three groups (figure 8):

- The first group is composed of 23 individuals and coloured in black in figure 6. The modality **clay** characterised 91% of these soils. No clay loamy soil is present, nor sandy loamy. They are also **calcareous** (61%) to very calcareous (30%). The flat lands are poorly represented in this cluster in comparison with the global data set.
- The second group is formed by 9 individuals and is coloured in red. The five **clay loamy** soils are all in, yet they form 56% of the cluster. This last cluster also gather the individuals with **missing values**, notably for depth. Among these 9 individuals, two present the modalities clay and calcareous but have been assigned to this cluster probably because of their unknown depth and stoniness. By expert opinion, we decided to shift them to the first group.
- The last group gather 14 soils projected in green. The eight **sandy loamy** soils are all in, and they form 71% of the cluster. No clay soil is present here. The group is little calcareous for 86% of the individuals. The **flat** lands are over-represented.

The surveyed soils are mostly clay calcareous soil in hilly terrain. The low calcareous soils can be divided in two groups. One is composed of sandy loamy soils present mainly in plain. The second grouped different soils, a majority of which is clay loamy soils.

Clusters of farms:

The first factorial plan explains 34.20 % of the data variability. Likewise, only the first eight dimensions, covering 84.40 % of the variability, have been use for the classification. The classification formed the following five groups (figure 9):

- The first one is composed of 11 individuals. 90% of them have their **own winery**. It concentrates estates with a UAA **between 20 and 20 ha** and they represent 63% of the group. 80% have **two different soil management itineraries**. The absence of any environmental approach is rare in this group.

- In the second cluster, composed of 15 individuals, all the farms present a **wine surface per permanent worker lower than 15 ha**. There is **no estate larger than 20 ha**, 60% are less than 10 ha. A large majority has only one soil management itinerary.
- The third group has 8 individuals. 75% of them has **between 30 and 40 ha of wine**. The modality “High and low yield objectives” is poorly represented in comparison with the global dataset and this group includes all the estates which have **only Low yield objectives (PDO)**.
- The last cluster gathers 12 farms. All of them have a **field crops activity**, yet only 41% of the pluriactive farms are in this cluster. 91% of the group intend their harvest to a **cooperative or a trader winemaker**. 75% present a **wine surface per permanent worker larger than 15 ha**. This group concentrates estate which are **larger than 40 ha** and those who have **two soil management itineraries**.

To synthetize, the first group represents most of the winery owner, includes estates of average size, generally cultivated according to organic or reasoned agriculture. Next, smaller estates with one soil management itinerary form the second group. Finally, large farms are divided in two groups. One of them concentrates wine estates with only one production objectives, particularly PDO. The other gather farm that all have field crops activity, most of them are co-operators and present large surface of wine per permanent worker.

2.3.3 The different itineraries and their distribution across the soil and farm clusters

Among the 46 itineraries described, 13 don't included green manure. Two itineraries were called green manure but aren't annual sown cover crops. They consist in spontaneous groundcover which are returned to the soil during grape vegetative period.

A focus on itineraries including sown GM is detailed in annexe 6. Overall, for the campaign 2018, seeding occurred most of time in October. Direct seeding is little used (16%), almost half of the winegrower sow in lines after soil preparation. They all sow legumes, *Vicia faba* concerns 84% of the GM described. Legumes are alone in 39% of the cases, along with Grasses for 48%, and/or with Brassicas for 26%. Concerning GM destruction, it took place massively (55%) between 16th of April and 30th April 2018. Rolling is the main destruction mode with a score of 42%, and the second is grinding (32%). After that, the residues are kept in soil surface, forming a mulch, in 65% of the itineraries.

GM are sown in all inter-rows in 42% of the itineraries. Otherwise, GM are cultivated one inter-row out of two or three, alternating with another soil management practice on the second inter-rows: natural grass cover (32%), sown grass cover (10%), or weeding from winter season (10%). Under the grapevine rows, 52% of the winegrowers who implement GM accept a natural groundcover in winter, 39% don't and apply a wintry weeding. The others sown cover crops under the rows or didn't answer this question.

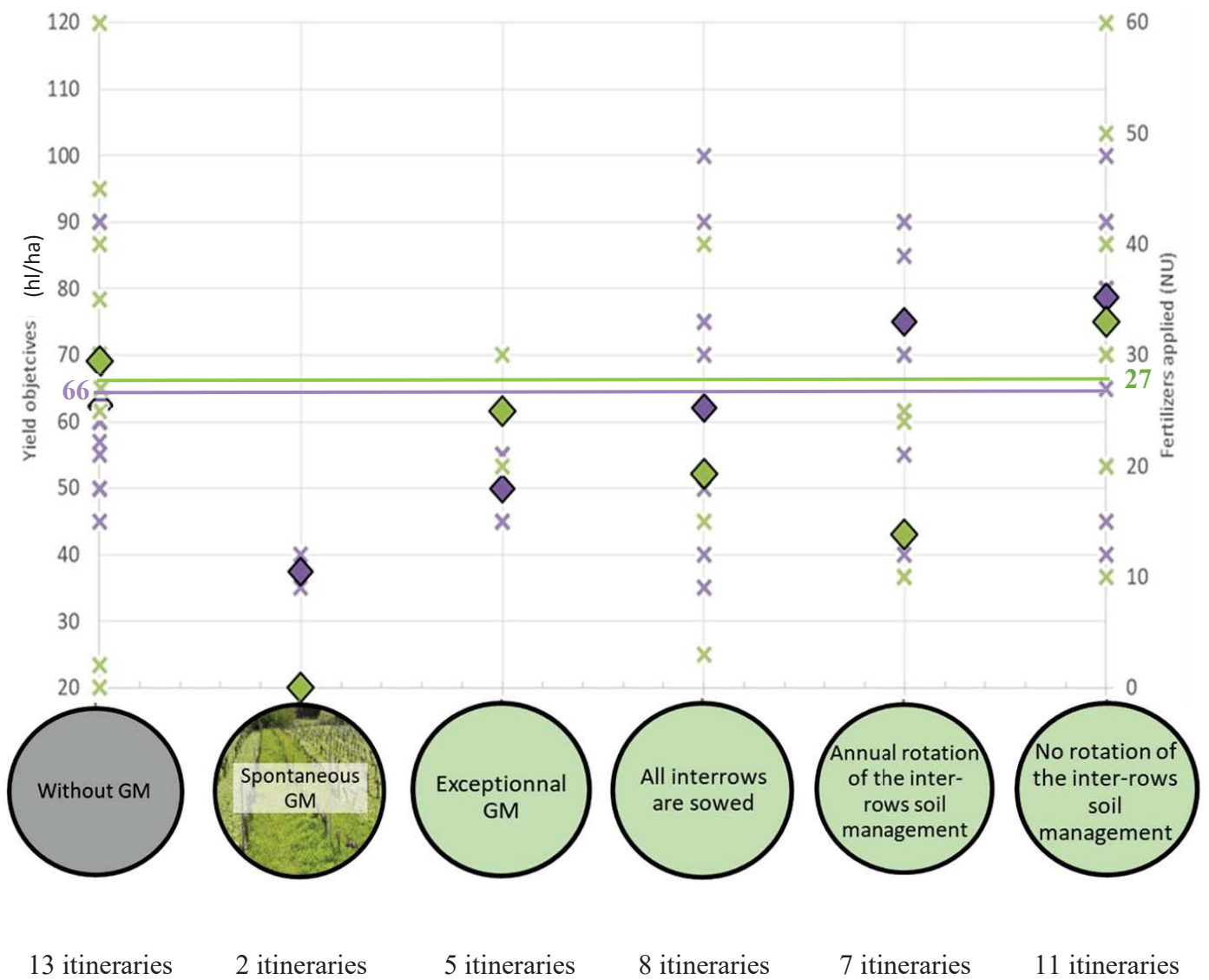


Figure 10: Yield objectives and fertilization across the itinerary clusters

- ✕ Yield objective of a winegrower belonging to the group (hl/ha)
- ◆ Average yield objective in the group (hl/ha)
- ✕ Fertilization of a winegrower belonging to the group (NU)
- ◆ Average fertilization in the group (NU)
- 66 Average yield objectives of all the itineraries described
- 27 Average fertilization of all the itineraries described

Except one, all the surveyed winegrowers who sown green manure did it after the grape harvest in 2018. The last one sown half of his GM before and half after the harvest. They all use farm-saved seeds, 6 of them (6/31) complete with commercial seeds. 68% of them have their own seed drill, 16% use a CUMA seed drill, 13% ask to a neighbour and 3% for a service delivery.

Only four winegrowers reserve their use on GM to one production objective alone, red wine with Protected Geographical Indications (PGI) or Protected Designation of Origin (PDO). The others ticked several objectives. The most common answers are red PDO wines, white PDO wines, red PGI wines, white PGI wines, and rosé PDO wines, with respectively occurrences of 36, 31, 29, 22 and 21.

A classification of the itineraries in six clusters is proposed according to the segregation method already presented in figure 7. The population per cluster is small. Yet some characteristics can be underlined, notably in terms of yield objectives and fertilization (figure 10). The points raised here are only those who discriminate clearly the six clusters.

- The first cluster gather the itineraries **without GM**, but it includes plots where a groundcover is tolerated and plots where there is a systematic weeding. The large majority of these itineraries are achieved for low yields objectives corresponding to AOC production (<60 hl/ha).
- The second cluster is very little represented (only two individuals). The corresponding winegrowers declared their cover crops as green manures, but they are not GM as we would define it in this study. The winegrowers allow the **resident vegetation** to grow and manage it by mowing and grinding. The two itineraries have the lowest yield objectives and the lowest fertilization.
- The **exceptional** GM in the third cluster have the following common particularities: they are all applied in every rows of a plot, they all have been sown in October 2017, and they are all implemented for low yield objectives corresponding to AOC production. Four out of five of those GM include *Vicia Faba* and have been destructed in April 2017. It appeared that none of those itineraries was implemented for Rosé wine.
- The itineraries involving GM annually in **all the inter-rows** can be pooled in a fourth cluster. In those cases, non-leguminous plants are always sown, Grasses in 5 cases out of 8, otherwise they included Brassicas or Phacelia. The yields objectives and fertilization vary quite widely across this cluster.
- The next cluster gather itineraries where GM occupy **only some inter-rows** (one out of two or three) and where **there is a rotation** of the soil management between the inter-rows. 6 of these 7 itineraries involve non-leguminous plants (Grasses in 4 out of 6 cases, Brassicas in 3 out of 6 cases). Little quantity of fertilization is applied on those itineraries: 14 NU in average, the maximum surveyed is 25 NU. Those GM are rather implemented in plots for

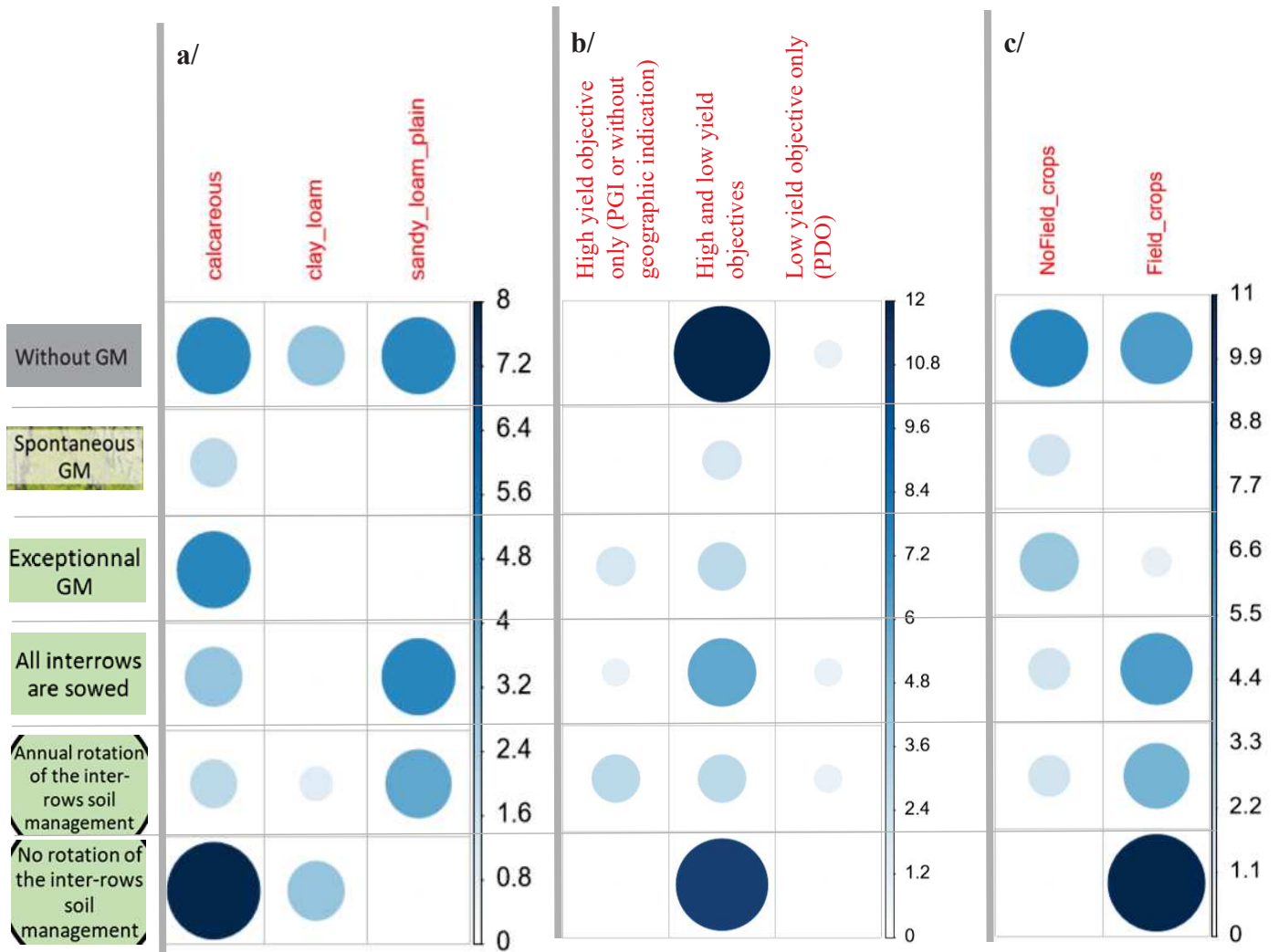


Figure 11: Number of individuals in function of the combinations of an itinerary cluster and a soil cluster (a), yield objectives (b) and presence of field crops activity on the farm (c).

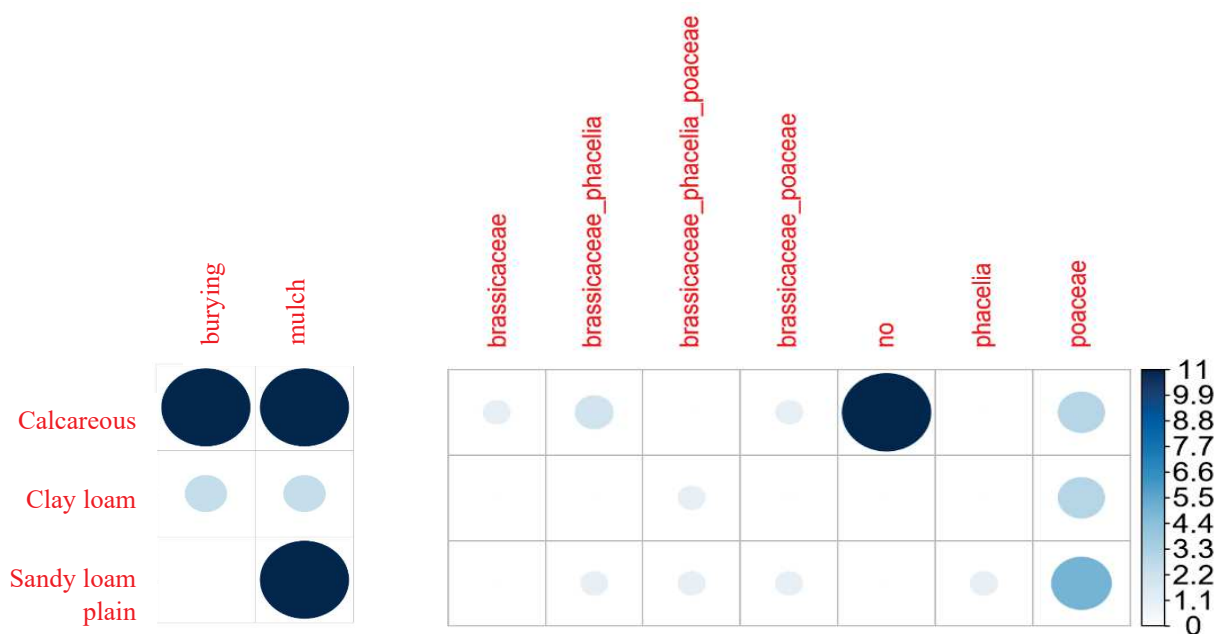


Figure 12: Number of individuals in function of the combinations of a soil cluster and a residues management (a) or the species sown (b).

red and white wines with Protected Geographical Indications (PGI) than for Protected Designation of Origin (PDO). The residues management is homogenous in this cluster and consists in the creation of a mulch after rolling or burying. No disking is applied. This group contains 3 out of 7 itineraries with wintry weeding on the inter-rows without GM.

- To finish, a cluster gathers 11 individuals with GM in **some inter-rows but without rotation**, the GM is always sown on the same inter-rows. Except one individual who has a temporary grass cover (until mid-June), all the individuals have a permanent grass cover, maintained by mowing, on the inter-rows without GM. Burying the residues is a practice over-represented here (7 out of 11, meaning 64%) in comparison with the proportion among all the GM users (35%). This clusters concerns the red wines with Protected Geographical Indications (PGI) or Protected Designation of Origin (PDO) in a larger proportion than the average.

The Fisher tests highlight a dependency between itineraries and soil clusters ($p_value = 0.01841$) but don't for farm clusters ($p_value = 0.4729$). Fisher tests focused on **presence of a field crops activity** on the farm show significant links with our soil management itinerary clusters ($p_value = 0.002372$), as well as **yield objectives present on the wine estate** ($p_value = 0.03274$). For the significant tests, repartitions of the itinerary clusters are presented on figure 11 (see annexe 8 for detailed of the non-significant tests). Concerning soil type dependency, **the exceptional GMs concern only the clay calcareous soils**. Annual GMs without rotation concern clay calcareous soils and clay, loamy or undefined soils. **Annual GMs with rotation mostly concern the sandy loamy soils of plain**. Itineraries with annual GM in all inter-rows are observed both in sandy loamy soils of plain and in the clay calcareous soils of the hillsides (figure 11 a).

Univariate tests shown significant results for dependencies on one hand between soil clusters and the presence of non-leguminous species in the GM ($p_value = 0.003403$), and on the other hand between soil clusters and residues management ($p_value = 0.01868$). GMs only composed of legumes are exclusively found on clay calcareous soils whereas mixtures used on clay loamy or sandy loamy soils rather include at least grasses (figure 12 a). Concerning residues management, a mulch is always kept on sandy loamy soils of the plains (figure 12 b). Belonging to a soil or a farm cluster show no significant results on the other soil management technical choices (see annexe 9).

2.3.4 Decision rules, satisfaction, barriers and expectations

Decision criteria of the 31 GM users have been surveyed for choice of the species to sow and date of GM destruction. The main criteria for choice of the species (figure 13 a) are the targeted services, and the favourite ones are nitrogen supply, organic matter supply and soil structuring. The management issues of seed availability and easy implement also influence quite strongly the choice. Concerning

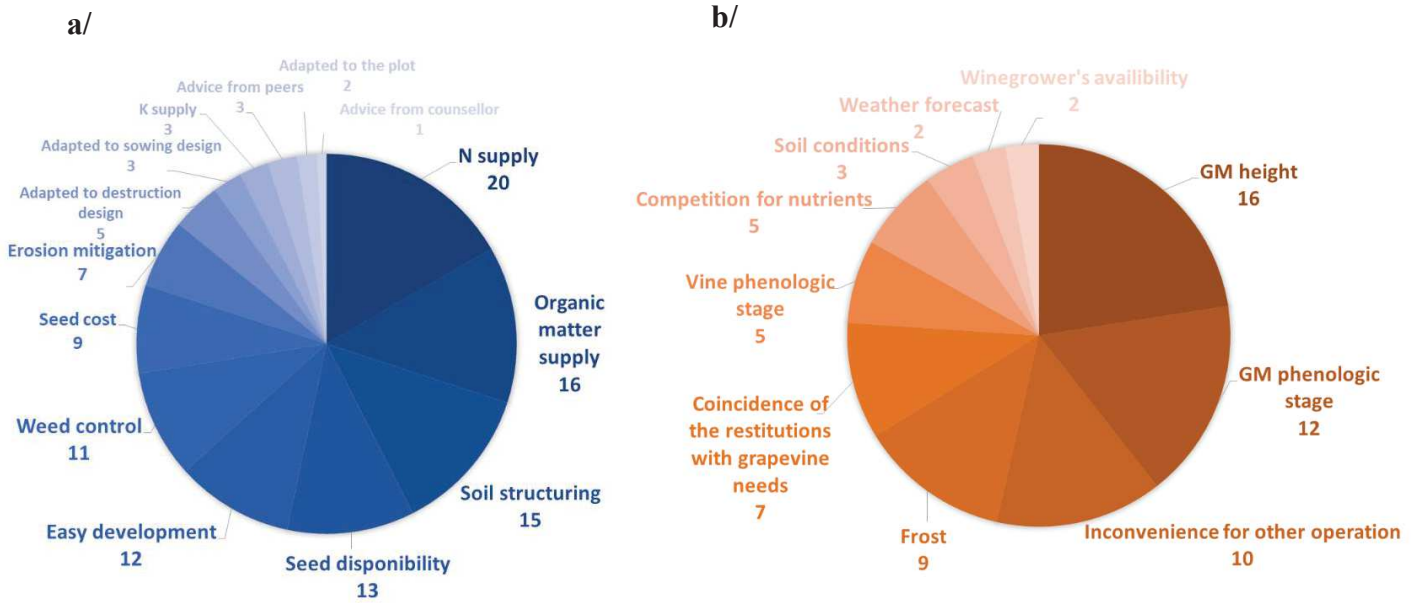


Figure 13: Occurrence of use concerning criteria for choice of GM species (a) and kill date (b)

31 winegrowers answered to these questions

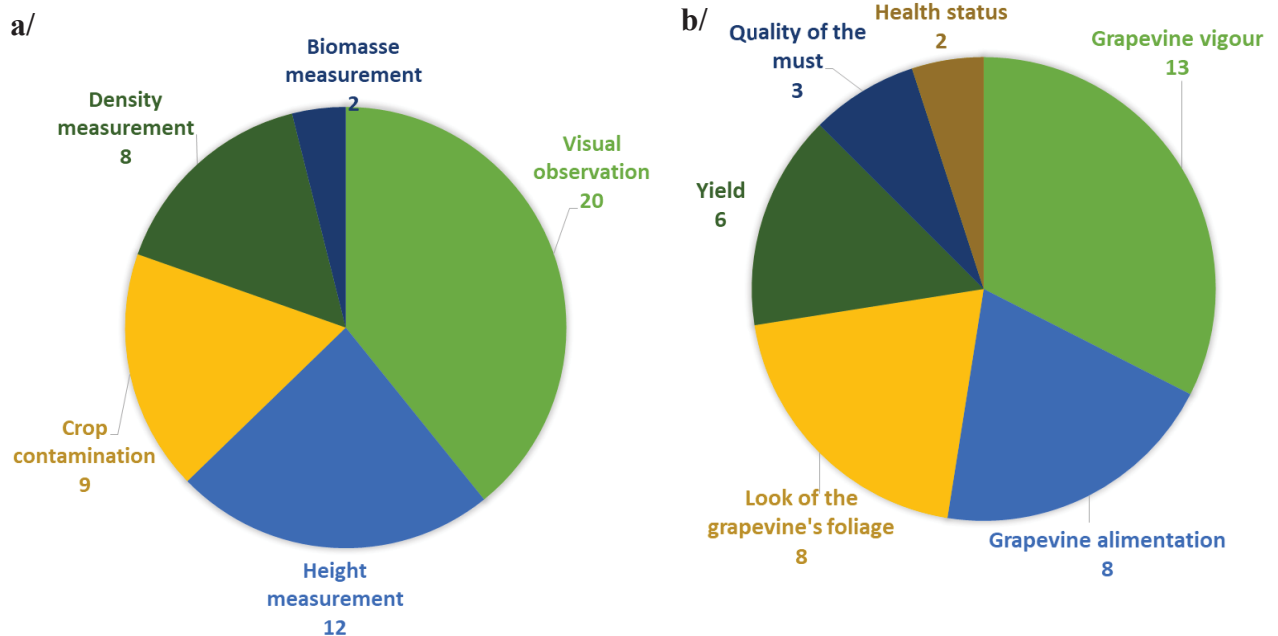


Figure 14: Occurrence of use concerning indicators to evaluate growth of the green manure (a) and effect(s) of green manure on grapevine (b)

17 winegrowers answered to these questions

destruction date (figure 13 b), the winegrowers consider mainly GM development and work organisation. Fear of frost is also shared among the winegrowers.

Barriers to GM adoption are first of all lack of time and specific material for GM management. Then, the practice has been judged costly by several winegrowers. One surveyed declared that he stopped using green manure, because of economic reasons. 23 GM users answered to the last part of the survey. Among them, 18 are satisfied with their GM settlement. Four winegrowers regret their sowing which was too late and penalized their success. To evaluate GM growth, they mostly rely on visual observation. The height of the cover crops is a good indicator for them (figure 14a). Then, crop contamination by weeds and GM density are common criteria to evaluate its growth. Biomass measurement is very little used. With respect to GM effect on grapevine, 6 winegrowers chose the answer 'I don't know'. Among the others, 15 are satisfied, 2 are not. The improvements they observe mainly concern grapevine vigour (figure 14b). When asked, only 14 out of 24 winegrowers declared their use of GM does modify (diminution) their fertilization management. Yet, need for estimations of GM restitutions and knowledges on nitrogen deficiency has been raised (spontaneously in a comment). On another note, 3 out of 24 declared their GM use causes modification of their phytosanitary treatments.

Finally, 37 people answered what expectations they have for support and research structures on the theme of tillage, cover cropping and particularly green manuring. Winegrowers largely expect help in the choice of the GM crops (figure 15). Some winegrowers comment on the difficulties to adapt the choice of species to pebbly soils or to different objectives of yield and agronomic services. To a lesser extent, they require assistance for the choice of the kill date, for information on seed availability, for choice of the sowing date. One winegrower suggests broadcasting a monthly bulletin on GM and cover crop management. One deplores the absence of equipment for fast drilling.

To conclude, decision rules and management concerns that raised for GM are better known. The results show no strong links between production objectives, technico-economic characteristics and environmental approach of the farms and their facility to adopt GM. Pedoclimatic conditions does impact the choice of GM implementation.

3 What links can be established between soil management technical itinerary characteristics and green manure performances?

3.1 Objectives

The purpose of the field campaign is to assess GM performances across different Gaillac wine estates in a context of lack of references on GM uses in vineyards. The different management choices and pedoclimatic contexts may affect the performances and this field campaign should allow to highlight it. It constitutes a first approach to set the scene to build a network of plots and propose *in fine* a monitoring protocol for coming years GM studies on Gaillac vineyard.

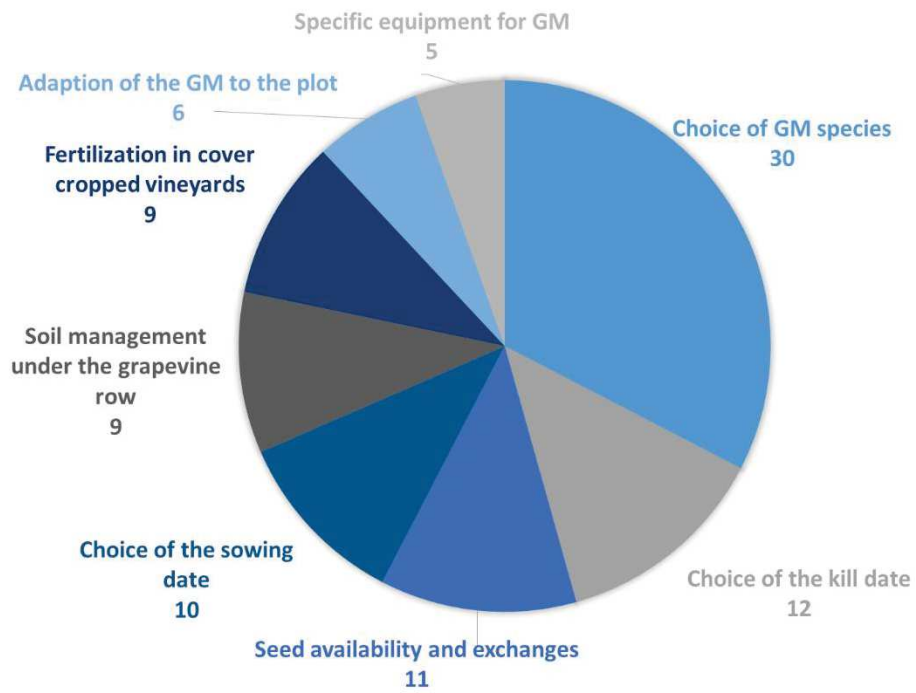


Figure 15: Occurrence of expectations of support and research structures with respect to tillage, cover cropping and particularly green manuring
37 winegrowers answered to this question

In addition to that, GM biomass data will be transmitted for the calibration of the MERCI software (see Data treatment method for a short presentation of MERCI software).

3.2 Material and method

3.2.1 Data collection method

The initial objectives were to build a network of plots where the pedoclimatic context of Gaillac was well represented, to test different soil management itineraries (according to the main practices observed in Gaillac cf. part I) and to evaluate the GMs development.

Unfortunately, it took a lot of time to construct the online survey and the weather speed up the winegrowers to destruct their green manure. Therefore, we didn't have time to step back and look at the overall picture of how green manure are used in Gaillac. Consequently, the network of plots was formed on a voluntary basis, taking contact thanks to the repertory of V. Vignes, counsellor for winegrowers of the departmental Agricultural Chamber, with the same 300 winegrowers working in Gaillac denomination of origin zone than for the online survey. Finally, 9 winegrowers have been met and 17 assessments of the GM performances have been done. One winegrower had a spontaneous GM and we chose to focus only on sown GM in the presentation of the results. Then the results of 16 plots are explained in this report.

The appreciation of GM performances was made by measurements, for each GM specie, of number of plants, aerial fresh biomass, dry matter content, and also weed aerial fresh biomass near the time of destruction. Measures were carried on in plots selected after a short and informal interview of the winegrower. The selection was made so that the winegrower's main practices and pedoclimatic context are well represented. The interview allowed to collect information on the soil management technical itinerary. We determined the pedo-climatic conditions for each plot by cross checking the winegrower's comment and a map of the terroirs in Gaillac (see annexe 7). Measures were carried on a few days before the green manure destruction, on three replicates of 0,5 m² (0,5m x 1m installed perpendicularly to the inter-rows) per plot. Location of the replicates were chosen in order to well represent the plot, with the exception of two plots (V2P1 and V2P2) because the winegrower had destroyed his GM before the measurement and had left only GM strips. They took place from the 12th of April to the 27th of May 2019.

At grape blooming time, the Nutrition Balance Index – Dualex® developed by Force A, was measured on grape leaves to appreciate its nitrogen status. These measurements were decided lately in the monitoring. It should bring additional information to account for impact of GM on wine. Given its ease of measurement and the period of my internship, it was measured at blooming. Nutrition Balance Index considers two measures on leaf epidermis: chlorophyll fluorescence and flavones' absorbance. Those measures took place on the 12th and 13th of June 2019. At least sixty leaves were used to characterize each plot.

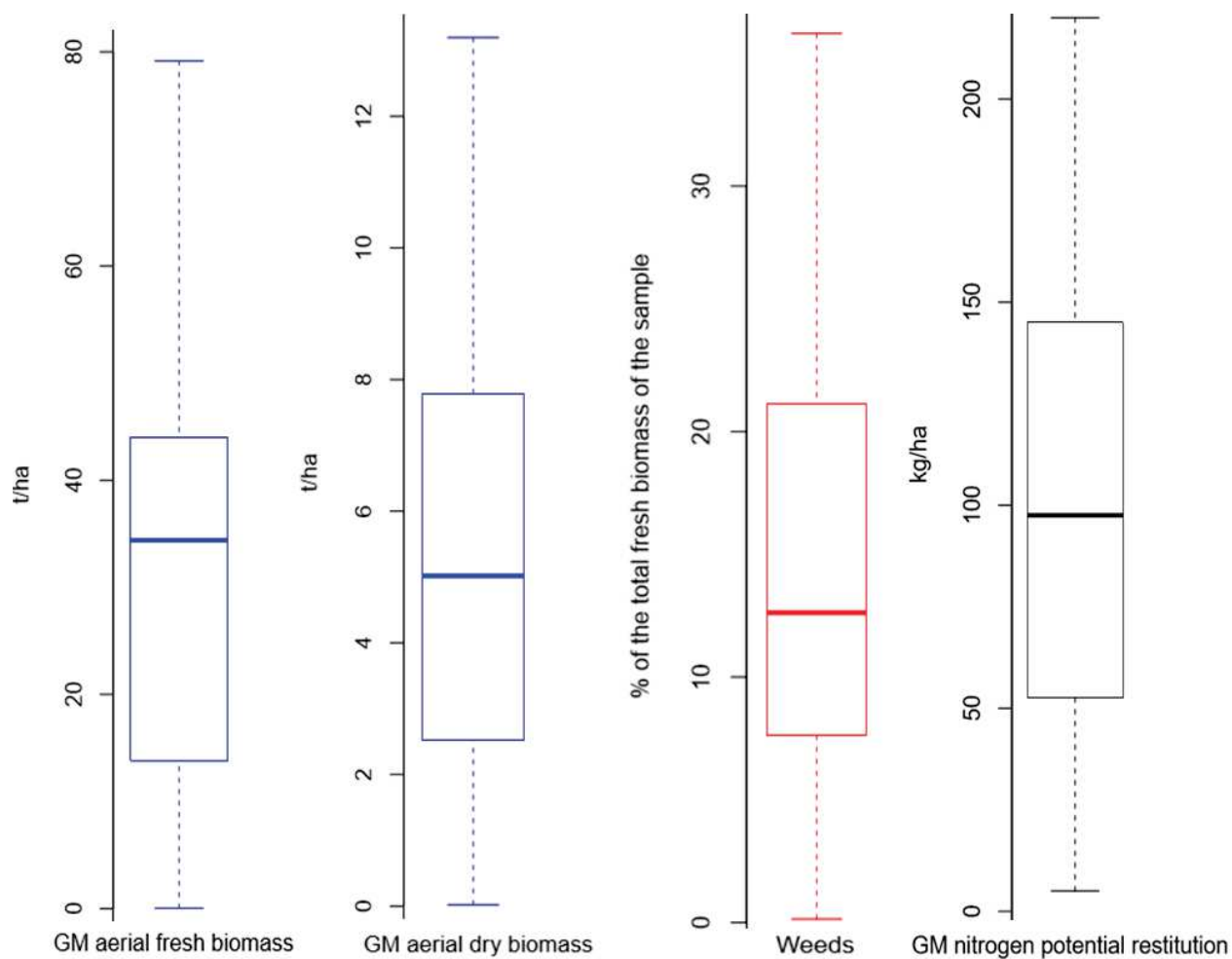


Figure 16: Performances of the green manure sampled Gaillac denomination zone in April and May 2019

Data on weather conditions for the 2019 campaign (see annexe 10) come from a network of meteorological data available on EPIcure information system. The station was chosen because of its central location in Gaillac denomination zone.

3.2.2 Data treatment method

The itineraries were sum up with variables allowing to aggregate data (such as the part of brassicas in the sown mixtures). To escape from the differences of surface sown across the plots, we expressed the biomass production in tonnes per hectare full of GM. Furthermore, fresh weed biomass is expressed in percentage of total fresh biomass. Potential restitutions were calculated thanks to MERCI software (version 2.9) based on dry biomass values. In field crops context, the French software MERCI – Estimation and restitution method for intermediary crops – allows to estimate the potential nitrogen restitution for the next crop. It calculates nitrogen furniture, thanks to the Stics model, based on measurements of the green manure in place just before destruction.

The statistic treatments were done with R software (3.4.4 version), using RStudio. A Principal component analysis (PCA) was carried out with PCA function of the package FactoMineR. It tried to explain GM performances, in terms of biomass production, settlement and weed control, with variables of itinerary and soil type. The following variables were used: aerial dry biomass production (kg/ha), number of GM plants that grown (/m²), percentage of weed in the total fresh biomass, sowing mode, earliness of the sowing, presence of fertilization received by the GM, number of days between sowing and measurement, parts of the different families in the sowing mixture and finally soil denomination according to the Pedological referential (1995). The weather conditions during the GM implementation (see annexe 10) show a heavy rainfall on the 14th of October 2018. It is the reason why difference between the performances of GM sown before and after the 14th of October 2018 was tested.

Then, student tests and correlation were carried on for univariate analysis. They were performed with variables of the itinerary and soil type to explain dry biomass production and then weed development. Finally, we test correlation between dry biomass production, weed development and percentage of legumes in the dry matter produced on NBI.

The informal interviews also allow to note feelings of the winegrowers toward their GM use.

3.3 Results

A large variability is observed across the network of plots in terms of pedoclimatic context, grape varieties, production objectives and technical choices for GM management. Details of the itineraries are available in annexe 11. The plots sampled are well distributed across the Gaillac area (annexe 7), regarding vineyards importance among land uses. The GMs sampled have had lifetimes between 157 and 214 days. At those kill dates, from mid-April to end May, brassicas were at flowering stage or, at least, the tuber was developed. The phacelia was at flowering, the legumes also, or even at fruit-bearing

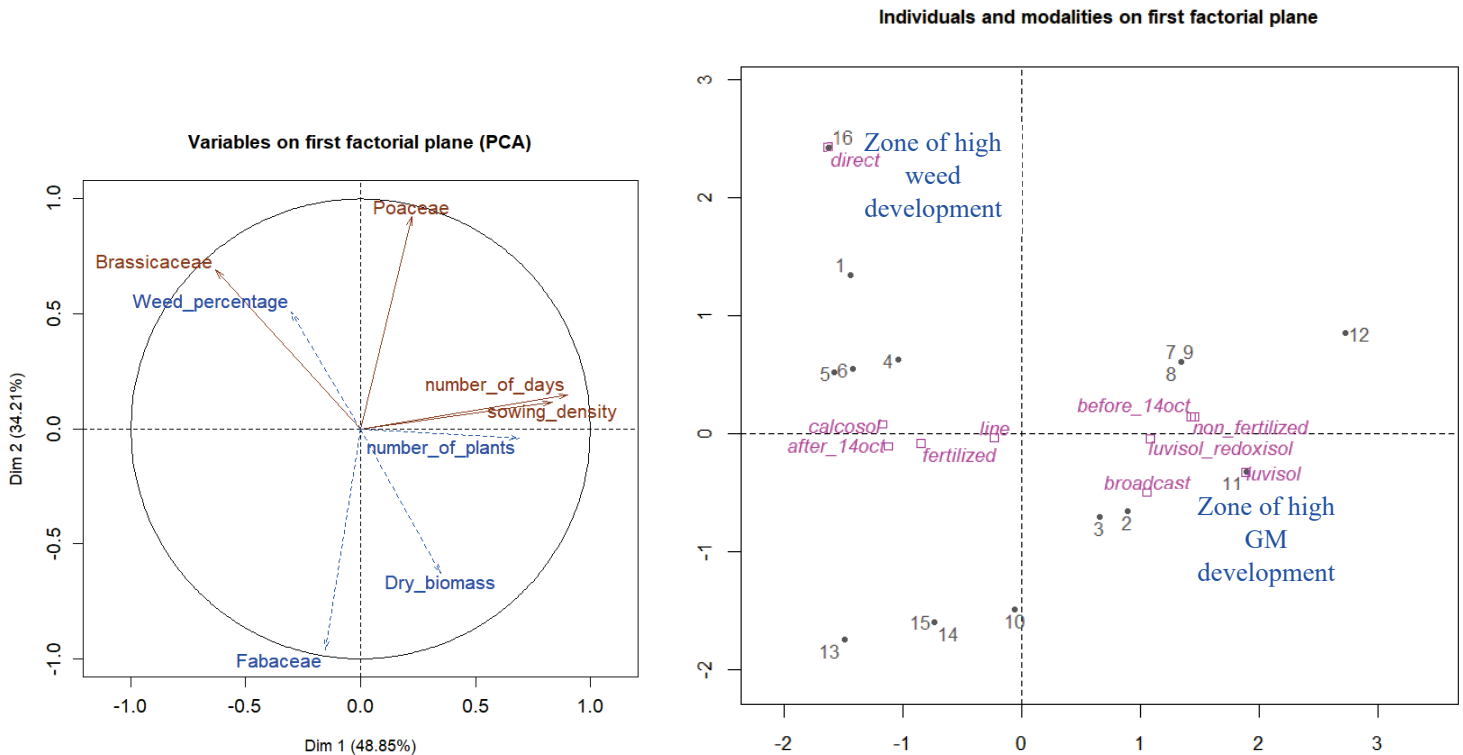


Figure 17: Explanation of the performances of the green manure by variables of itinerary and soil nature

Variables of the itinerary:

sowing_density

number_of_days: number of days between sowing and measurement

sowing_density: sowing rate (kg/ha)

Sown species: percentage of brassicas in the sown mixture (**Brassicaceae**)

percentage of grasses in the sown mixture (**Poaceae**)

percentage of legumes in the sown mixture (**Fabaceae**)

Sowing mode: broadcast after soil preparation (*broadcast*)

in line after soil preparation (*line*)

direct sowing (*direct*)

Sowing date: before 14/10/2018 (*before_14oct*)

after 14/10/2018 (*after_14oct*)

Fertilization: *fertilized*: the green manure did received fertilization during its lifetime

non_fertilized: the green manure did not received fertilization during its lifetime

Soil nature:

Soil denomination according to the Pedological Referential (1995) based on the plot characterisation by the winegrower and the map of terroir in Gaillac (Delaunoy, 1993): *calcosol* / *luvisol_redoxisol* / *luvisol*

Performances of the green manures:

Production of aerial dry matter (kg/ha): **Dry_biomass**

Number of plants of sown species that grown in 1 m²: **number_of_plants**

Percentage of weed in the total sampled fresh biomass: **Weed_percentage**

stage. The stages were variable for cereals, from stage elongation to heading. Concerning grapevine stage, it varies from budburst for one winegrower to inflorescence emergence for another. Most winegrowers kill their GMs during the first grapevine leaves development. In the sample of winegrowers, there are experienced users of green manure and some who began two years ago. They were all interesting to estimate the potential restitutions of their GM thanks to MERCI®.

Performances of the GM:

The performances of the sampled GMs are heterogeneous (figure 16). The dry matter production is high for a handful of winegrowers including pioneers but also beginners. The performances are quite well represented in the first factorial plan of the PCA (figure 17). High coordinates on the first axis corresponds to GMs which were managed with high sowing densities, long lifetimes and which finally present great numbers of plants which sprouted. Those GMs were mainly sown before the 14th of October 2018, implemented in luvisol-redoxisol from Tarn valley, and tend to produce more biomass. The second axis segregates GMs according to the families of species used, weed percentage and dry matter. Among the samples, GMs composed exclusively of legumes tend to produce more biomass and present less weeds in comparison with GMs including brassicas or grasses.

Besides, Student tests and correlation tests have been carried out. The results are to be viewed cautiously as the sampling is very small – smaller than the bidding limit. After all, sowing date, lifetime of the GM, soil type and parts of the different plant families in the sown mixture have a significant effect on GM aerial dry matter production (table 1). GM development is greater when sown before the 14th of October, remained in place for longer lifetime, on a luvisol-redoxisol, and with an important part of legumes in the mixture sown.

Factors significant for percentage of weeds in the total fresh biomass are different (table 1). Weed percentage is in average higher for GMs sown in line than for GMs broadcast. Unlike what is found in literature (Labreuche *et al.*, 2007), it is here higher for GMs including grasses and brassicas and drops as part of legumes increases. Non-significant results are available in annexe 12.

Impact on grapewine:

The values of the NBI are very low (figure 18) in comparison with Cerovic *et al.* (2015) who recommended a NBI between 11 and 18 at flowering. They have the same order of magnitude than the 2016-2017 GM monitoring on the IFV estate at flowering which range from 4,3 to 5,0 (Gontier, 2017). This indicator concerns impact of GM on wine, yet it is also impacted by other practices and climate. Given its ease of measurement and the period of my internship, it was measured at blooming. Monitoring this indicator at veraison stage may be interesting to better account for mineralization process and wine assimilation along its growth cycle. No correlation was observed between NBI and dry biomass production, weed development or percentage of legumes in the dry biomass production (annexe 12).

Variable 1	Variable 2		P_value	
GM aerial dry biomass	Modality 1	Modality 2		
	Sown before the heavy rainfall of the 14/10	Sown after 14/10	0.01312	Mean for sown before 14/10 = 6.8 t/ha Mean for sown after 14/10 = 4.3 t/ha
	Number of days between sowing and measure		0,03535	t = 2.1682
	Calcosol	Luvisol-redoxisol	7.012e-05	Mean for calcosol = 3,5 Mean for luvisol-redoxisol = 7,6
	Part of legumes in the mixture sown		0.0003672	t= 3.8464
	Part of grasses in the mixture sowed		0.002133	t= -3.2546
	Part of brassicas in the mixture sown		1.341e-07	t= -6.2229
Percentage of weeds in the total fresh biomass	Modality 1	Modality 2		
	Sowing in line after soil preparation	Broadcast sowing after soil preparation	0.04567	Mean for sown in line = 18.5 % Mean for broadcast sowing= 9.2 %
	Part of legumes in the mixture sown		0.007442	t= -2.8002
	Part of grasses in the mixture sowed		0.0181	t= 2.4511
	Part of brassicas in the mixture sown		9.174e-05	t= 4.2869

Table 1: Statistical differences of green manure performances (biomass production and weed control) between modalities of sowing and soil nature.
Only significant tests are presented

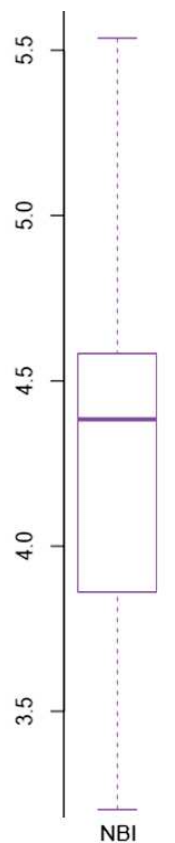


Figure 18: Values of NBI measured during the field campaign in Gaillac denomination zone in April and May 2019

Winegrowers' appreciation of their GM management:

Finally, dialogues with the winegrowers met draw an optimistic picture. A large choice of species allows to meet multiple needs and to combine objectives. They were globally satisfied of the GM emergence even if the success may not be equal for all species of the cover crop. Seeds are sometimes available on the farm and exchange possibilities have increased a lot during the last decade. Seeding appears to be a delicate operation notably for seed placement depth and for access to appropriate material. Direct seeding has shown contrasted results according to the winegrowers' experiences. Concerning destruction of GM, rolling is poorly suited to destruct cereals before heading but it allows to keep a mulch and to hence humidity. The constraint of frost compelled many of the interviewed winegrowers to destruct their GMs. A winegrower, who doesn't fear frost, deplores his uncertainty about the delay for peak of maximum restitution and prefers delaying the destruction date.

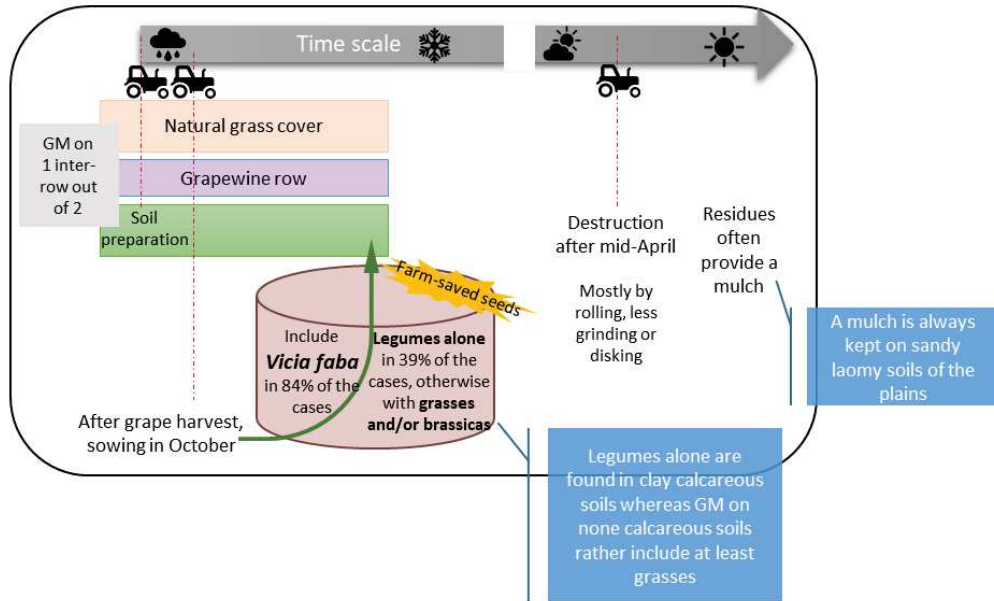
Effects of green manuring are rapidly visible. Evident successes are enhancement of grapevine vigour and improvement of soil structure. This method of organic matter supply has a fair cost-fertilizing ratio. However, green manuring implies technical operations sometimes difficult or impossible because of short weather windows, a sloped plot, a pebbly soil or also needs for specific and costly material. To finish, it has been raised that in organic production organic seeds must be found.

To conclude, the performances of the sampled GM are heterogenous. This field campaign was carried out on soil management that differed on many points and it was difficult to study the effect of the sowing design on the GM development. We highlight some trends: luvisol-redoxisols seems to be more favourable to GM development than clay calcareous soils; early sowing dates and long lifetimes allows to increase biomass produced before destruction; high proportion of legumes in the sown mixture tends to favour high biomass production of the GM and to allow a better control of weeds.

Nevertheless, it progressively set the scene to monitor GM studies on vineyards of Gaillac. It allows to validate the feasibility of our measurements and exchange with concerned winegrowers. Also, the GM biomass data have been transmitted to improve the MERCI® software for its use in viticulture.

Common sown GM

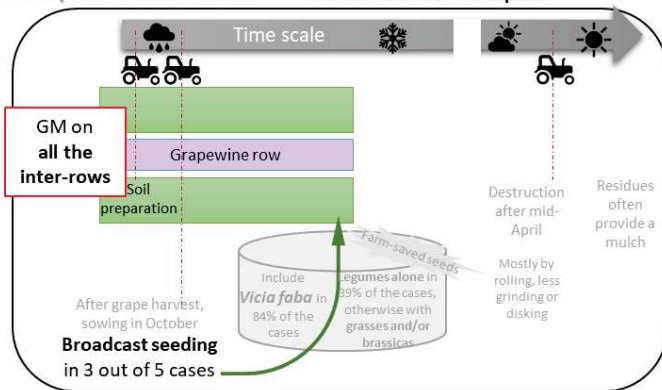
PDO or PGI wine plots



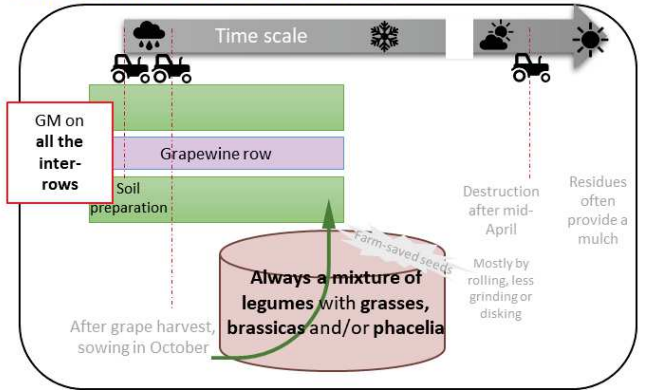
Exceptional sown GM

This cluster was only found on the clay calcareous soils

Red or white PDO wine plots

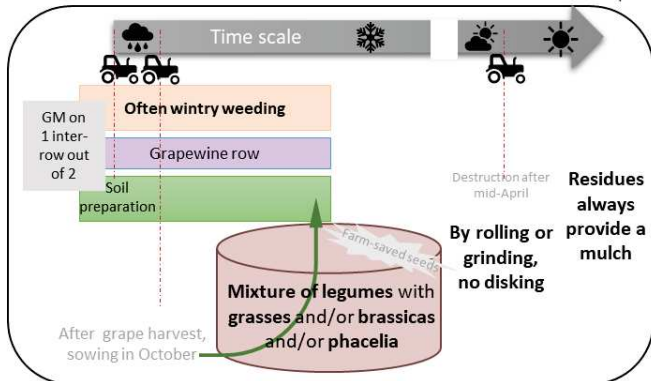


Annual sown GM in all the inter-rows



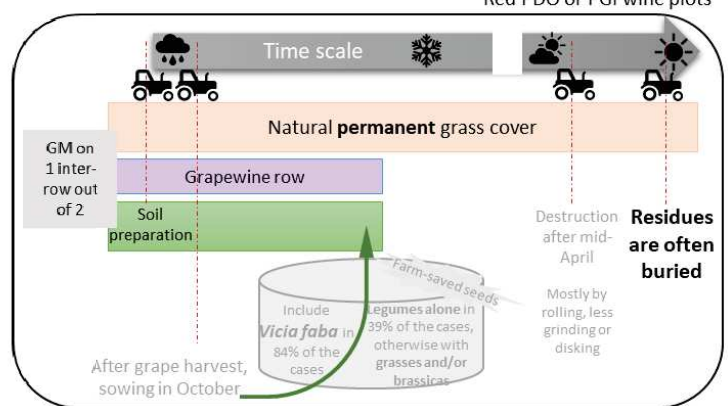
Annual sown GM 1 inter-row out of 2 with rotation

Red and white PGI wine plots



Annual sown GM 1 inter-row out of 2 without rotation

Red PDO or PGI wine plots



This cluster was not found on sandy loamy soils of plains

Figure 18: Common points (above) and points of divergence (below) between soil management itineraries involving GM.

For the lower part of the figure, the colour and bold letter enable to highlight what differentiate the cluster

4 Discussion

4.1 Synthesis of the GM practices and perspectives for IFV

The online survey allows to collect data on 68 vineyards, that is about 20% of the total number of vineyards in the Gaillac denomination zone. Gaillac vineyard, about 6400 ha, represent a very little part of the total 750 000 ha of the French vineyards (Agreste, 2019). This study has a local reach. As explained in the state of the art, clay calcareous plateau and hillsides are where wine cultivation is the most present and the online survey results represent them quite well. Farms size in our results is only a bit higher than the average in Gaillac.

A significant number of surveyed didn't complete the entire the questionnaire. The survey was probably too long. The diversity of practices made it difficult to anticipate when designing the questions. A lower degree of precision could have been more adequate to reach higher number of replies. The declared aim to tackle GM surely skew the representation of soil management given by the results. Considering the numbers of answer, it seems likely that it would have been difficult to survey so many winegrowers in-person interviews.

At least, in only 68 vineyards we count about 1000 ha with GM, meaning 15% of the Gaillac denomination zone. It confirms that the area is a territory of innovation on green manuring in comparison with the 7% of sown temporarily cover crops implemented in the inter-rows at national scale (Agreste, 2017). The diversity of implementation is also confirmed notably for multiannual strategies, mixtures sown, sowing and destruction tools. The common points shared by the different itineraries including GM and the points of divergence are summarized on figure 18.

The adoption of GM seems to be equal among the different farm clusters, meaning that this practice would be of interest for all and easily managed. Yet, the survey has an unfair sampling, notably the farms following Ecophyto plan and organic agriculture specifications are overrepresented. Also, the farm clustering has been based on criteria of our choice and some others should be accurate to test such as farmer age and level of competence. Furthermore, soil characteristics influence GM adoption and design. The reasons may be better conditions for GM implementation on some soil types or higher needs for GM services because of soil defaults. These trends should be taken into account when planning the IFV GM tests in Gaillac vineyards, with the objective to correspond to reality.

The field campaign was carried out on voluntary basis. In the light of the online survey results, the following design of GM are not represented: exceptional GM, annual GM sown in all inter-rows and annual GM sown only in part of the inter-rows with an annual rotation with another soil management. It is probably partly due to the infrequency of the exceptional GM. Also, we wonder if the question on multiannual strategy were clear enough in the online survey. It seems likely that some winegrowers

<p>Strengths</p> <ul style="list-style-type: none"> • Green manure emergence is generally satisfactory • Cost-fertilizing matter supply ratio is good • Green manure cover soils in winter • Soil response to green manure adoption is satisfactory (crust reduction, fertilizer supply) • Rolling enable to keep a mulch and humidity • A large choice a species allows to meet multiple needs and to combine objectives • Direct seeding showed interesting results • Some winegrowers already have hindsight of several years of experience • Seed production is possible in some farms 	<p>Weaknesses</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emergence success is sometimes variable across green manure species, at the expense of some services • Rolling is poorly suited to destruct cereals before heading • Need for knowledges on restitutions: When occurs the peak of maximum restitution in order to better choose destruction date and tools? How to avoid nitrogen deficiency? How much fertilizers can be saved? • Seeding material doesn't always suit each specie (notably seed placement depth). Soil preparation and drilling are time-consuming. Direct seeding showed contrasted results. • The soil management technical operations may be difficult or impossible because of short weather windows, soil type (pebbly soil) or slope. • GM management calls for investment for specific costly material.
<p>Opportunities</p> <ul style="list-style-type: none"> • GM is part of an approach respecting the environment for a positive image of the vineyard. • Encouraging explosion of green manuring in the area. Seed availability is much higher since GM are widely used in Gaillac area The innovation has been launched, the Agricultural Chamber and the IFV took up the question and have resources to provide. • Specific material is already available in farm which have a field crop activity 	<p>Threats</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frost is feared and often bring forward destruction date • If a plot is certified organic production, organic seeds must be found for GM

Figure 19: SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) analysis for green manure implementation in soil management itineraries of Gaillac denomination zone.

characterized their soil management as uniforms in all inter-rows even if it was different one inter-row out of two.

However, this field campaign enables to inform the winegrowers on the potential restitutions of their GM and give maybe a first anchor among new winegrowers. The data of biomass production have been transmitted to calibrate MERCI software for viticulture. The network of plots formed is too diversified to extract robust results of itinerary comparison. The initial plan was to select winegrowers thanks to the online survey, in order to test a few factors. Unfortunately, the online questionnaire was ready too late, and the GM destruction has been put forward by fear of frost. Nevertheless, it allowed to validate the feasibility of the measures in Gaillac vineyards and refine the IFV planning of GM tests.

Afterall, this field campaign shows some results, yet more years of study should be carried out to confirm this. Early sowing seems to be favourable. GM better developed on the luvisol-redoxisols than on the calcosols. Long lifetime appeared as a great determinant for high biomass production. Even a few days of delay for the destruction is likely make important differences of biomass accumulation because destruction occurs when productivity is the highest for these spring species. Guiducci *et al.* (2004) observed an increase of the biomass by 54% on average when the kill date was delayed from the 26th of March to the 8th of April. On the other side, we expected the biomass production to be enhanced by the presence of non-legumes in the mixture as found in the literature (Labreuche *et al.*, 2007; Guiducci *et al.*, 2004). Also, we expected the non-legumes to better control weed than legumes pure. This highlight the weakness of our network of plots and the difficulty to understand because of the multiple factors than vary across the plots. Yet, the majority legume presents it this field campaign was *Vicia faba* and this species may have higher productivity and provide a better weed control than the other legumes studied in literature.

Finally, after detailed reading of the online survey and meeting with farmers, I realized a SWOT analysis (figure 19) for green manure implementation. Needs for references raise particularly on estimation of the GM restitutions and on specificities of GM species notably in terms of adaptation to soil types and potential restitutions.

4.2 Up to agroecosystem services?

The performances of our network, in terms of nutrient supply, can be compared to the performances of a network in Charente-Maritime region during the 2017-2018 campaign. The averages dry matter production per hectare is 5,25 tonne per hectare (Caillaud, 2018), a value very close of the average 5,5 tonnes per hectare in our network. In terms of nitrogen potential restitutions, the average of our sampled GM is about 100 NU, but it corresponds to 25 NU when taking into account GM occupation on the inter-rows of the plots. It is very likely to have a significant contribution in comparison with the 20-30 nitrogen units needed by grapevine for controlled yield objectives (Crespy, 2007). The average fertilization of the online surveyed is 27 nitrogen unit. Even if the compensation of nitrogen fertilizer by green

manuring remains shy, GM contribution seems to be able to make up for significant quantity of nitrogen units.

Framework on agroecosystem services quantification is wise and burgeoning (Dominati *et al.*, 2014). The assessment of GM performances we proposed was easy to perform but limited. It is important to explain from the outset that the commonly used C/N ratio of a green manure proved its accuracy to explain nitrogen supply service and yields (Finney *et al.*, 2016, effects studied in corn cultivation). As part of this internship, the field campaign has more limited objectives. We made the hypothesis that aerial dry biomass matter just before destruction is correlated with agroecosystem services. Bair *et al.* (2008) report that progressive improvement in soil soluble nitrogen quantity were directly correlated to higher GM biomass production. Also, increases of soil organic matter and microbial biomass pools related to GM biomass accumulation have been observed (Cherr *et al.*, 2006). Nevertheless, this assumption can be shaded, there is not necessary a correlation between cover crop productivity and performances (Smith *et al.*, 2014). The relation between cover crop biomass and its performances is service dependant. The online survey reveals the mayor services targeted by the winegrowers when choosing their GMs. Their role is manifold: nitrogen and organic matter supply, soil structuring and weed control, to mention the most important. The assessment of the GM proposed here is only based on aerial biomass quantity. Even if it fit well performance to restore nutrients, this indicator appears reductive when considering the other services expected. Biomass production is linked to weed suppression (Finney *et al.*, 2016) but other indicators should be more informative. Plant density could have been used to compare potential weed control. The root system was not considered for practical reasons whereas its importance for soil functioning is certain. Roots allow faster nitrogen releases because of their lower C/N ratio and because of roots exudates (Collins *et al.*, 1990). Once more, legumes may have interesting properties with exudates richer in nitrogen than other plants (Eisenhauer *et al.*, 2009) and with nodosities being hotspots for microbial communities (Bédoussac *et al.*, 2011 cited in Schneider and Huyghe). Some services appear to be more biomass quality dependent or relying on functional properties of the cover crop. Researches on functional traits are topical in agroecology framework (Martin and Isaac, 2017; Kazakou *et al.*, 2016). Measures of functional traits were considered for GM leaf surface area and leaf dry matter content. Finally, they ended up being too inconvenient and the relations with agroecosystem services are still to be drafted.

An agroecosystem service is also context dependent. Soil organic matter supply by green manure is to be considered in light of the pre-existing SOM pool (Cherr *et al.*, 2006). Next research project would gain from soil analysis. Also, the release of nutrients after the kill date should offset the picking during GM growth. Depending on the context, there may be an important quantity of nitrogen available in winter that would be interesting to catch. The balance is not always simple to estimate and is strongly linked to pedoclimatic conditions (Constantin *et al.*, 2017).

4.3 Towards boom of green manuring in vineyards?

Green manure boom is a global trend, notably enhanced by the increasing consumer's demand for organic products which exclude synthetic nitrogen fertilizers (Crews and Peoples, 2003). On French field crop system only 20% of the surface are bare in winter. Intermediate crops in French field crop farms are 60% crucifers, 24% grasses, 9% mixtures, 2% are legumes alone (Agreste, 2011). Viticulture has been stubborn to adopt soil cover and today green manuring is still little used in comparison with field crop systems. The presence of perennial crops strongly modifies the technical operations and their scales in space, in time and in nutrients supply needed in comparison with field crop systems. Also, labour repartition allocates probably more to fertilization and soil management in field crops than in viticulture where it represents less than 20% of the total working times (figures transmitted by the Tarn Agricultural Chamber and produced by CER France and Agricultural chambers of Lot, Tarn and Tarn-et-Garonne).

The cost-matter supply ratio has been judged interesting by the winegrower met. Still, need for supplementary machines specific to cover crop management is pointed out in this study and in the literature (Plass and Schütte, 2017). Soil preparation (on the five first centimetres) costs are around 50-60 € per hectare, sowing costs range between about 60 and 150 € per hectares mainly depending on the tool and the soil preparation, finally the destruction costs are quite similar to the soil preparation costs (Gastaldi *et al.*, 2012). Price of GM cultivation is variable, mainly depending on the specie, because of the seed prices (Guiducci *et al.*, 2004), ranging from a dozen of euros per hectare to one hundred according to (Ingels *et al.*, 1998). Yet, production on the farm and exchanges of seeds are also possible. On the other side, for other sources of nitrogen, if we sum up, one can considered that the price of 1kg of nitrogen is around 1€ (Cohan, 2009) and is less expensive in labour than green manure. Then, the final cost saving of GM is not that obvious, mainly depending on species used. Also, in this study we didn't really consider spontaneous cover crop that contain managed as green manure. Without the seed costs, this low input approach appears to be the cheaper.

Furthermore, next step of GMs assessment is their effects on grapevine nutrition. The NBI is an indicator of grapevine nutrition but it depends notably on climate conditions and fertilization management what complicate the validation (or invalidation) of the impacts of GM on grapevine. Indeed, important issues remain unclear concerning effect on grapevine: coincidence of the nutrients release and grapevine needs, possibility of excess of nitrogen supply, possibility of nitrogen deficiency for low C/N ratio. From a different perspective, winegrowers monitor until the quality of their final product. Yet, grape quality is impacted by the presence of a green manure (Guerra and Steenwerth, 2012; Gontier, 2013). Nitrogen availability during grape formation affects yeast activity, and, for some grape varieties, it can be source of serious concern for aromatic precursor development (Dufourcq and Humbert, 2012). Once more, the complexity of cover cropping calls for accurate management tools that still have to be built.

Conclusion

Soil fertility is the basis of food production and its maintenance is one of the today's challenge of agriculture. Green manuring is a practice which seems to flourish in order to restore nutrients to soil in a environmentally sound and sustainable way. We studied here the example of the adoption of green manure in vineyards of the Gaillac denomination zone, an innovative territory in terms of number and diversity of green manure implementation. This internship was quite an exploratory work and it try to review and organised main issues of green manures management. We manage to better understand the soil management itinerary associated to green manure and the decisions rules. We surveyed the interest of the winegrowers for support on green manure and more broadly grass growing strategies. It appears that the practice of green manuring has been largely adopted across our studied territory and the winegrowers are concerned and willing to work on green manure improvement. Their doubt and request particularly focus on species to seed and dates of sowing and destruction. In a second step, this work included meeting with a dozen winegrowers and samples of the green manures in their plots. It allows to complete our understanding of their soil management itinerary including green manure, to assess the green manure performances and to report some consequences of GM management and pedologic conditions on its development. The group, formed on a voluntary basis, showed in average good performances, even if some green manures have badly developed.

The increase of interest for green manuring is good news on the way to build sustainable agroecosystems. It has potential to achieve several agroecosystem services, support of soil fertility of course, but also notably improvement of soil structure, biological activity and water capacity. Concerning fertilization control and reduction in a reasoned agriculture, the accurate adequacy of the inputs and the crop need is a strong lever to limits losses, with their economic and environmental costs. After all, even a "green" manure may have some of the negative environmental impacts of any nitrogen losses in the environment. In a near future, precision agriculture may be able to integrate plot heterogeneity and guide nutrients supply management. Then, input management in agroecological systems would be achieved with sophisticated uses combining more sustainable sources of nutrients and enhanced efficiency (Crews and People, 2003; IFV and INAO, 2017).

Bibliographie

- Agreste. (2011). Une amélioration progressive des techniques de fertilisation en grandes productions végétales. *Agreste Champagne-Ardenne* (3).
- Alonso-Ayuso, M., Gabriel, J.L., Quemada, M. (2014). The Kill Date as a Management Tool for Cover Cropping Success. *PLoS ONE*, 9 (10).
- Agreste. (2017). Pratiques culturales en viticulture Campagne 2013. *Agreste Chiffres et Données Agriculture* (243).
- Agreste. (2019). Statistique agricole annuelle 2017-2018 Données provisoires. *Agreste Chiffres et Données Agriculture* (4).
- Bair, K.E., Davenport, J.R., Stevens, R.G. (2008) Release of Available Nitrogen after Incorporation of a Legume Cover Crop in Concord Grape Department of Crop and Soil. *Hortscience*, 43(3):875–880
- Baize, D., Arrouays, D., Aubert, G., Aubrun, A., Aurousseau, P., Beaudou, A., Bornand, M., Boulaine, J., ... (1995). Référentiel pédologique
- Baumgartner, K., Steenwerth, K.L., Veilleux, L. (2008). Cover-Crop Systems Affect Weed Communities in a California Vineyard. *Weed Science*, 56 (04): 596–605.
- Biarnès, A., Coulouma, G., and Compagnone, C. (2012). Unexpected predominance of wine grower location over soil trafficability for vine management in southern France. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 661–671.
- Benoit, P., Souiller, C., Madrigal, I., Pot, V. (2003). Fonctions environnementales des dispositifs enherbés en vue de la gestion et de la maîtrise des impacts d'origine agricole : cas des pesticides. *Etude et Gestion des Sols* 10, 215-228
- Caillaud, L. (2018). Les engrais verts au service de la viticulture : Résultats de la campagne 2017/2018. Chambre d'Agriculture Charente-Maritime. 40p
- Calame, M. (2016). Comprendre l'agroécologie : origines, principes et politiques
- Cavaillé, A. (1951). Les sols de boulbène de l'Aquitaine et les climats quaternaires. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. 22 (2-3) 199-206
- Celette, F. (2007). Dynamique des fonctionnements hydrique et azoté dans une vigne enherbée sous le climat méditerranéen (Docteur de Montpellier Supagro, Montpellier Supagro, Montpellier). Provided by the author.
- Cerdan, O., Govers, G., Le Bissonnais, Y., Van Oost, K., Poesen, J., Saby, N., Gobin, A. (2010). Rates and Spatial Variations of Soil Erosion in Europe: A Study Based on Erosion Plot Data. *Geomorphology*, 122 (1–2): 167–77.
- Cherr, C.M., Scholberg, J.M.S., and McSorley, R. (2006). Green Manure Approaches to Crop Production. *Agronomy Journal*, 98, 302.
- Cohan, J.P. (2009). Prix des engrais azotés : quels impacts sur les céréales. *Perspectives agricoles*, 353 18 – 22
- Coll, P. ; Arnal, D. ; Blanchart, E. ; Hinsinger, P. ; Cadre, E. le ; Souche, G. ; Villenave, C. (2009). Viticultural soils quality: benefits of permanent grass cover on soil chemical characteristics and soil biological indicators. *Progrès Agricole et Viticole*, 126 (22) 527-531

- Collins, H.P., Elliot, L.F., Rickman, R.W., Bezdicek, D.F., Papendick, R.I. (1990). Decomposition interactions among wheat residue components. *Soil Science Society of America Journal*, 54 :780–785.
- Conradie, W.J. (1980). Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: I. Nitrogen. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 1 (1) : 59 – 65
- Conradie, W.J. (1986). Utilisation of Nitrogen by the Grapevine as Affected by Time of Application and Soil Type. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 7.
- Constantin, J., Beaudoin, N., Meyer, N., Crignon, R., Tribouillois, H., Mary, B., Justes, E. (2017) Concilier la réduction de la lixiviation nitrique, la restitution d'azote à la culture suivante et la gestion de l'eau avec les cultures intermédiaires. *Innovations Agronomiques*, 62 : 59-70
- Courjault-Rade, P., Le Caro, P., Maire, E., Schwal, B. (2001). Le Lauragais, une entité géologique et géographique. *Couleur Lauragais*, 130, 8p
- Courjault-Rade, P., Munoz, M., Hirissou, N. (2005). Geological characterisation of plots belonging to the Gaillac vineyard (Tarn, Midi-pyrenees) – Consequences on the determination of the basic terroir units (BTU) and the choice of vegetative material. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 39, (3) : 95-107
- Crespy, A. (2007). Manuel pratique de fertilisation : qualité des moûts et des vins. Oenoplurimédia
- Crews, T.E., and Peoples, M.B. (2004). Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 102, 279–297.
- Dominati, E., Mackay, A., Green, S., and Patterson, M. (2014). A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand. *Ecological Economics*, 100, 119–129.
- Dufourcq, T., Humbert, V. (2012). Azote foliaire et potentiel aromatique. *Volonté Paysanne du Gers* (1215) p. 6.
- Delaunois, A. (1993). Carte des terroirs du vignoble AOC de Gaillac. Chambre d'Agriculture du Tarn
- Delaunois, A., Jarno, J.N., Yobrégat, O. (1996) Description des différents terroirs du Gaillacois. Chambre d'Agriculture du Tarn
- Delpuech, X., Metay, A. (2018). Adapting Cover Crop Soil Coverage to Soil Depth to Limit Competition for Water in a Mediterranean Vineyard. *European Journal of Agronomy*, 97 : 60– 69.
- Eisenhauer N., Milcu A., Nitschke N., Sabais ACV., Scherber C., Scheu S., 2009. Earthworm and below ground competition effects on plant productivity in a plant diversity gradient. *Oecologia*, 161 : 291-301.
- Evans, J., McNeill, A.M., Unkovich, M.J., Fettell, N.. (2001). Net nitrogen balances for cool-season grain legume crops and contributions to wheat nitrogen uptake: a review.
- Finney, D. M., White, C. M., and Kaye, J. P. (2016). Biomass production and carbon/nitrogen ratio influence ecosystem services from cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 108(1):39–52.
- Fourie, J.C. (2010). Soil management in the Breede River Valley Wine Grape Region, South Africa. 1. Cover Crop Performance and Weed Control
- Garcia, L., Celette, F., Gary, C., Ripoche, A., Valdés-Gómez, H., and Metay, A. (2018). Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 251: 158–170.

- García-Díaz, A., Marqués, M.J., Sastre, B., Bienes, R. (2017). Labile and Stable Soil Organic Carbon and Physical Improvements Using Groundcovers in Vineyards from Central Spain. *Science of The Total Environment* 621: 387–97.
- Gaultier, J.D., and Farenhorst, A. (2007). 2,4-D Mineralization in soil profiles of a cultivated hummocky landscape in Manitoba, Canada. *Journal of Environmental Science and Health*, 42 : 255–264.
- Gilmour, J. (2011). Soil testing and nitrogen mineralization. *Crops and soil magazine*.
- Gontier, L. (2013). Engrais verts en viticulture : incidence du type de couvert végétal et de son mode de destruction sur l'alimentation azotée e la vigne. Green manuring in viticulture: impact of cover crop species and way of destruction on nitrogen supply of the grapevine. *Ciência e Técnica Citivinicola* – 28. Proceedings 18th International Symposium GiESCO, Porto, 7-11 July 2013, p.299-304.
- Gontier, L. (2017). Incidence de différents modes de pilotage des couverts végétaux hivernaux sur l'alimentation azotée de la vigne et la qualité des vins du Sud-Ouest 2016/2017. Document inédit
- Goutouly, J.P. (2011) L'azote chez la vigne : dynamique des besoins, de l'assimilation, du stockage et de la redistribution vers les fruits. Colloque IFV Sud-Ouest, Toulouse.
- Gastaldi, G., Dubois, P., Rubin, N. (2012). Les couverts annuels inter-rangs en viticulture – Fiche technique élaborée par l'Association Technique Viticole de Maine et Loire. *Viticulture* 144. Available at <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/publications/publications-des-pays-dela-loire/detail-de-la-publication/actualites/les-couverts-annuels-inter-rangs-en-viticulture/>
- Guerra, B., Steenwerth, K. (2012). Influence of Floor Management Technique on Grapevine Growth, Disease Pressure, and Juice and Wine Composition: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture* 63 (2): 149–64
- Guiducci M., Bonciarelli U., Stagnari F., Benincasa P., 2004. Total N supply and profit from several green manure crops. Proceedings 8th ESA Congress.
- Hartwig, N.L., Ammon, H.U. (2002). Cover crops and living mulches. *Weed Science* 50: 688–699.
- Hector, A. (1999). Plant Diversity and Productivity Experiments in European Grasslands. *Science*, 286 : 1123–1127.
- Huang, W., McBride, W., Vasavada, U. (2009). Factors Contributing to the Recent Increase in U.S. Fertilizer Prices
- Huyghe, C., Schneider, A. (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables.
- IFV and INAO. (2017). Guide de l'agroécologie en viticulture, développement des mesures agroenvironnementales. 26–29.
- IFV and Maison des Vins de Gaillac. (2017). Culture de couverts végétaux innovants en viticulture pour l'amélioration de la fertilité du sol afin de concilier réduction des intrants et durabilité de la production, compte-rendu final de réalisation. Document inédit.
- Ingels, C.A., Bugg, R.L., Thomas, F.L. (1998). Cover crop species and descriptions. *Cover cropping in vineyards: a grower's handbook* : 8-42.
- Ingels, C.A., Scow, K. M., Whisson, D.A., Drenovsky, R.E. (2005). Effects of Cover Crops on Grapevines, Yield, Juice Composition, Soil Microbial Ecology, and Gopher Activity. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (1): 19

- Jensen, E.S. (1986). Symbiotic nitrogen fixation and nitrate uptake by the pea crop.
- Jeon, W.T., Choi, B., Abd El-Azeem, S.A.M., Ok, Y.S. (2011). Effect of different seeding methods on green manure biomass, soil properties and rice yield in rice-based cropping systems. *African Journal of Biotechnology*, 10 (11) : 2024-2031.
- Justes, E., Mary, B., and Nicolardot, B. (2009). Quantifying and modelling C and N mineralization kinetics of catch crop residues in soil: parameterization of the residue decomposition module of STICS model for mature and non mature residues. *Plant and Soil*, 325 : 171–185
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebize J., Savini I., Réchauchère O., 2012. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 60 p.
- Kazakou, E., Fried, G., Richarte, J., Gimenez, O., Violle, C., and Metay, A. (2016). A plant trait-based response-and-effect framework to assess vineyard inter-row soil management. *Botany Letters*, 163 : 373–388.
- Labreuche, J., Le Souder, C., Castillon, P., Ouvry, J.F., Real, B., Germon, J.C., De Tourdonnet, S. (2007). Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour en France. ADEME-ARVALIS Institut du végétal-INRA-APCA-AREAS-ITB-CETIOMIFVV. 400 p.
- Lieskovský, J., Kenderessy, P. (2012). Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practice on soil erosion in vineyards: a case study in Vrable (Slovakia) using WATEM/SEDEM. *Land Degradation & Development*, 25 (3): 288–96.
- Lopes, C.M., Monteiro, A., Machado, J.P., Fernandes, N., Araújo, A. (2008). Cover cropping in a sloping non-irrigated vineyard: II Effects on vegetative growth, yield, berry and wine quality of 'Cabernet Sauvignon' grapevines. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 23 (1) 37 – 43
- Martin, A.R., Isaac, M.E. (2018). Functional traits in agroecology: Advancing description and prediction in agroecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 55: 5–11.
- Martínez-Casasnovas, J.A, Sánchez-Bosch, I. (2000). Impact Assessment of Changes in Land Use/Conservation Practices on Soil Erosion in the Penedès–Anoia Vineyard Region (NE Spain). *Soil and Tillage Research*, 57 (1–2): 101–6.
- McGourty, G. (2004). Cover cropping systems for organically farmed vineyards. *Practical Winery & Vineyard Magazine*
- Meier, U. (2001). Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées.
- Mezière, D., Gary, C., Barbier, J. M., Bernos, L., Clément, C., Constant, N., Delière, L., ... (2009). Ecophyto R&D, vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Tome III, analyse comparative de différents systèmes en viticulture.
- Mouco, M.A.C., Silva, D.J., Giongo, V., and Mendes, A.M.S. (2015). GREEN MANURES IN "KENT" MANGO ORCHARD. *Acta Horticulturae*, 1075: 179–184.
- Plaas, E. and Schütte, R. (2017). Effects of using cover crops in the inter-rows of vineyards. An ex-ante evaluation in France, Conference Paper, Conference: Agricultural Economics Society, Royal Dublin Society in Dublin, At Dublin, Ireland

- Rapidel, B., Ripoche, A., Allinne, C., Metay, A., Deheuvels, O., Lamanda, N., Blazy, J.M., ... (2015). Analysis of Ecosystem Services Trade-Offs to Design Agroecosystems with Perennial Crops. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (4): 1373–90.
- Ramesh, T., Chinnusamy, C., Jayanthi, C. (2003). GREEN MANURING IN SUGARCANE - A REVIEW. *Agric. Rev.*, 24 (2): 130 - 135,
- Reynier, A. (2016). Manuel de viticulture: guide technique du viticulteur. Lavoisier.
- Rodrigo-Comino, J. (2018). Five decades of soil erosion research in “terroir”. The State-of-the-Art. *Earth-Science Reviews*, 179: 436–447.
- Schneider, A., and Huyghe, C. (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables.
- Sebillotte, M., (1974). Agronomie et agriculture. Essai d’analyse des tâches de l’agronome. *Cahiers de l’ORSTOM, série biologie*, 3: 3-25.
- Smith, R.G., Atwood, L.W., Warren, N.D. (2014). Increased productivity of a cover crop mixture is not associated with enhanced agroecosystem services. *PLoS ONE* 9(5)
- Steenwerth K, Belina KM. (2008). Cover crops and cultivation: Impacts on soil N dynamics and microbiological function in a Mediterranean vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*. 2008;40(2):370-380
- Tilman, D., Downing, J.A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands. *NATURE*, 367 (27)
- Tonitto, C., David, M.B., Drinkwater, L.E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112 : 58–72.
- Tournebize J., 2001. Impact de l’enherbement du vignoble alsacien sur le transfert des nitrates. Thèse Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2001.
- Urbain, A. (2015). Données INOSYS / RA2010 – traitement Chambres d’Agriculture Midi-Pyrénées, Pôle Economie et Prospectives.
- Valdés-Gómez, H., Gary, C., Cartolaro, P., Lolas-Caneo, M., and Calon nec, A. (2011). Powdery mildew development is positively influenced by grapevine vegetative growth induced by different soil management strategies. *Crop Protection*, 30 : 1168–1177.
- Voisin, A.S., Salon, C., Munier-Jolain, N.G., Ney, B. (2002). Quantitative effects of soil nitrate, growth potential and phenology on symbiotic nitrogen fixation of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Soil*, 243 : 31 - 42
- Vrignon-Brenas, S., Celette, F., Piquet-Pissaloux, A., Jeuffroy, M.-H., and David, C. (2016). Early assessment of ecological services provided by forage legumes in relay intercropping. *European Journal of Agronomy*, 75:89–98.
- Von Blottnitz, H., Rabl, A., Boiadjiev, D., Taylor, T., and Arnold, S. (2006). Damage costs of nitrogen fertilizer in Europe and their internalization. *Journal of Environmental Planning and Management* 49: 413–433.
- Williams, L.E., and Matthews, M.A. (1990). Grapevine. Irrigation of Agricultural Crops. *Agronomy Monograph*.
- Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P., and Mouchet, C. (2008). Assessing farm sustainability with the IDEA method - from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development* 16: 271–281.

Annexe 1: The first part of the online survey corresponding to a simple description of the farm and to the presence or absence of green manure on the vineyard

Enquête sur l'adoption des engrais verts dans le vignoble de Gaillac

Bonjour et merci de participer à cette enquête!

Nous allons vous demander dans un premier temps des informations générales sur votre exploitation, ensuite des détails sur votre/vos itinéraire(s) d'entretien du sol et enfin relever vos attentes par rapport à la mise en pratique des engrais verts. Les questions portent sur l'entretien du sol réalisé durant la campagne 2018.

Pour interrompre, enregistrer, ou charger un questionnaire non terminé, la commande est en haut à droite de chaque page.

L'objectif de cette enquête est d'obtenir une image de l'adoption des engrais verts par les viticulteurs du vignoble de Gaillac, et de préciser les itinéraires d'entretien du sol correspondants. Il s'agit enfin de relever les freins à l'adoption et les questionnements de chacun, quelles que soient ses pratiques d'entretien du sol.

Les données sont recueillies sur la base légale du consentement. Les destinataires de données sont l'Institut français de la Vigne et du Vin (IFV) Sud-Ouest, la Chambre d'Agriculture du Tarn ainsi que toute personne légalement autorisée à accéder aux données (services judiciaires, le cas échéant). La durée de conservation des données n'excèdera pas 5 ans. Le renseignement de vos coordonnées est entièrement facultatif. Le responsable du traitement des données est: IFV Sud-Ouest (1820, route de Lisle sur Terr BP 22 – 81310 Lisle-sur-Tarn).

Vous disposez du droit de demander au responsable du traitement l'accès aux données à caractère personnel, la rectification ou l'effacement de celles-ci, ou une limitation du traitement relatif à la personne concernée, ou du droit de s'opposer au traitement et du droit à la portabilité des données. Vous avez également le droit d'introduire une réclamation auprès d'une autorité de contrôle.

Il y a 207 questions dans ce questionnaire.

Votre exploitation

Sur quelle commune se trouve le siège de votre exploitation ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Quelles sont les activités agricoles présentes sur votre exploitation ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Viticulture
- Grandes cultures
- Marichage
- Elevage
- Arboriculture
- Autre:

Quelle est la Surface Agricole Utile totale de votre exploitation (en ha) ? *

L. Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

Veillez écrire votre réponse ici :

Quelle est la Surface Agricole Utile en vigne (en ha) ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Combien de personnes travaillent de façon permanente sur l'exploitation (vous y compris) ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

La conduite des vignes suit-elle un ou plusieurs cahier(s) des charges ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Aucun
- Terra Vitis
- Agriculture Biologique
- Biodynamie
- Haute Valeur Environnementale
- Autre:

La vendange est destinée : *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- à une coopérative
- à être vinifiée en cave indépendante
- à être vendue sur pied
- Autre:

Quelle(s) catégorie(s) de vin produisez-vous ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- AOP
 IGP
 Vin sans IG

Généralités sur votre/vos itinéraire(s) d'entretien du sol

Nous souhaitons obtenir une image de vos stratégies d'entretien du sol, particulièrement de la façon dont vous y intégrez les engrais verts.

Un engrais vert est un couvert végétal temporaire hivernal contribuant à l'entretien du taux de matière organique et des stocks de nutriments disponibles dans le sol pour la vigne.

Un itinéraire d'entretien du sol se définit comme une même combinaison d'opérations d'entretien du sol mise en oeuvre sur un ilot de parcelles avec un objectif commun.

Si vous avez adopté la pratique d'engrais vert, nous allons ensuite cibler un itinéraire d'entretien du sol incluant cette pratique, et vous demander de le décrire plus en détails.

Quelle surface (ha) de votre parcellaire en vigne est concernée par la mise en oeuvre d'itinéraire(s) d'entretien du sol intégrant des engrais verts ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Oui, chaque année' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Oui, mais de manière exceptionnelle certaines années' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

----- ou Scenario 3 -----

La réponse était à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

A l'échelle de votre exploitation, combien d'itinéraires d'entretien du sol différents pratiquez-vous sur vos vignes ?

*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- 1
 2
 3
 4
 5
 6

Autre

Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non
 Oui, chaque année
 Oui, mais de manière exceptionnelle certaines années

Description d'un itinéraire d'entretien du sol comprenant un engrais vert

Merci de décrire dans cette partie l'itinéraire d'entretien du sol mettant en oeuvre un engrais vert.

Si vous avez plusieurs itinéraires d'entretien du sol différents incluant des engrais verts, merci de décrire d'abord celui qui concerne la plus grande part de votre parcelle. Par la suite vous serez invité à décrire un deuxième itinéraire d'entretien du sol.

Pour les questions plus spécifiques, les réponses devront décrire ce qui a été fait durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).

Sur quelle surface (ha) cet itinéraire d'entretien du sol est-il mis en oeuvre ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Précisez le ou les type(s) de produit correspondant à cet itinéraire : *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- AOP Rouge
- AOP Blanc
- IGP Rouge
- IGP Blanc
- Rouge sans IG
- Blanc sans IG
- AOP Rosé
- IGP Rosé
- Rosé sans IG
- Autre:

Annexe 2: Part of the survey concerning the winegrowers who do implement green manure and corresponding to the description of their main soil management itinerary including green manure

Quel est en moyenne votre objectif de rendement (en hl/ha) sur l'ilot de parcelles concerné par cet itinéraire d'entretien du sol ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Caractériser le type de sol moyen sur lequel cet itinéraire d'entretien du sol est mis en oeuvre.

Profondeur du sol *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- De 0 à 30 cm
- De 30 à 50 cm
- De 50 à 80 cm
- De 80 cm à 1 m
- Supérieure à 1 m
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Texture du sol *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Sableux
- Limoneux
- Sablo-limoneux
- Limono-argileux
- Sablo-argileux
- Argileux
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Autre

La saturation (taux de calcaire) *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- très calcaire
- calcaire
- faiblement calcaire
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Pente *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

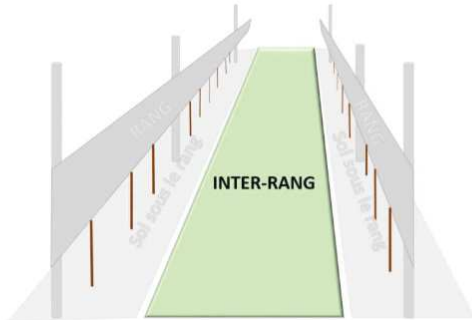
- forte
- faible
- absente
- Impossible de faire une moyenne

Présence de cailloux *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- De 0 à 25 % de cailloux
- De 25 à 50 % de cailloux
- De 50 à 75 % de cailloux
- De 75 à 100 % de cailloux
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ?



Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).

*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non, alternance **spatiale** des pratiques

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques ' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Alternance un inter-rang sur deux
 Alternance un inter-rang sur trois
 Alternance un inter-rang sur quatre
 Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisez en commentaire votre logique pour cette alternance de l'entretien du sol des inter-rangs

A l'échelle pluriannuelle: *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques ' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- chaque année vous alternez l'entretien du sol entre les inter-rangs
 votre stratégie n'inclut pas de rotation entre les inter-rangs
 Autre

Décrivons maintenant la gestion de l'**inter-rang sur lequel l'engrais vert a été mis en place** à l'automne 2017 et détruit au printemps 2018.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques ' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez écrire votre réponse ici :

A quelle date avez-vous semé cet engrais vert ?

*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- entre le 15/08/17 et le 31/08/2017
 entre le 01/09/17 et le 15/09/2017
 entre le 16/09/17 et le 30/09/2017
 entre le 01/10/17 et le 15/10/2017
 entre le 16/10/17 et le 31/10/2017
 entre le 01/11/17 et le 15/11/17

Autre

Si un (ou plusieurs) des paramètres suivants a été décisif lorsque vous avez choisi la date de semis de l'engrais vert, merci de cochez la (ou les) case(s) correspondante(s).

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Adéquation avec les besoins physiologiques des espèces semées
- Organisation des différents chantiers de travail au sein de l'exploitation (vendanges...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel de semis
- Autre:

Le semis a-t-il été réalisé avant ou après que la parcelle ait été vendangée ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semis avant vendanges
- Semis après vendanges
- Autre:

Avec quel matériel avez-vous semé ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semis direct
- Semis en ligne avec préparation du sol
- Semis à la volée après préparation du sol
- Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisions si nécessaires dans le champ libre ci-contre

Quelle est la provenance du matériel de semis ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Matériel propriété de votre exploitation
- Matériel en CUMA
- Prêt par un voisin
- Prestation de service pour le semis
- Autre:

Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crucifères
- Graminées
- Légumineuses
- Autre

Précisez la ou les espèce(s) de Crucifère semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '29 [B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Moutarde blanche (*Sinapis alba*)
- Moutarde brune (*Brassica juncea*)
- Radis fourrager (*Raphanus sativus*)
- Radis chinois (*Raphanus sativus longipinnatus*)
- Colza (*Brassica napus*)
- Navette fourragère (*Brassica rapa oleifera*)
- Caméline (*Camelina sativa*)
- Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Graminée semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '29 [B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Seigle (*Secale cereale*)
- Avoine d'hiver (*Avena sativa*)
- Avoine de printemps (*Avena sativa*)
- Avoine rude/diploïde/brésilienne (*Avena strigosa*)
- Blé (*Triticum aestivum*)
- Orge (*Hordeum vulgare*)
- Moha (*Setaria italica*)
- Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Légumineuse semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '29 [B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Vesce commune de printemps (*Vicia sativa*)
- Vesce velue (*Vicia villosa*)
- Vesce du Bengale/pourpre (*Vicia benghalensis*)
- Lentille noirâtre/fourragère (*Lens nigricans*)
- Gesse cultivée (*Lathyrus sativus*)
- Pois fourrager (*Pisum sativum*)
- Féverole de printemps (*Vicia faba*)
- Trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*)
- Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum*)

Autre:

De quelle(s) autre(s) espèce(s) s'agit-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Autre' à la question '29 [B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Phacélie (*Phacelia tanacetifolia*)
- Lin (*Linum usitatissimum*)
- Tournesol (*Helianthus annuus*)
- Niger/nyger (*Guizotia abyssinica*)
- Sarrasin/blé noir (*Fagopyrum esculentum*)

Autre:

Quelle est la provenance des semences utilisées ? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Semences commerciales
- Semences fermières

Autre:

Quel(s) critère(s) avez-vous pris en compte pour choisir cette/ces espèce(s) ? *

! Cochez la ou les réponses

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture d'azote
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture en potasse
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture en matière organique
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: étouffement des adventices
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: structuration du sol
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: atténuation de l'érosion
- Espèce(s) adaptée(s) au sol des parcelles considérées
- Espèce(s) adaptée(s) à la date et/ou au matériel de semis
- Espèce(s) adaptée(s) au mode de destruction envisagé
- Disponibilités des semences
- Coût des semences
- Espèce(s) qui s'implantent facilement
- Suite aux conseils d'un autre viticulteur, d'un groupe de viticulteurs
- Suite à un accompagnement par un conseiller viticole

Autre:

Quelle est la méthode de destruction de l'engrais vert ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Roulage

Broyage

Disquage

Autre

A quelle date avez-vous détruit l'engrais vert ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

entre le 15/02/18 et le 29/02/2018

entre le 01/03/18 et le 15/03/2018

entre le 16/03/18 et le 31/03/2018

entre le 01/04/18 et le 15/04/2018

entre le 16/04/18 et le 30/04/2018

entre le 16/05/18 et le 31/05/2018

Autre

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de cette date de destruction ? *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

Crainte de la concurrence hydro-minérale avec la vigne

Etat du sol

Prévisions météorologiques

Stade phénologique de la vigne

Stade phénologique du couvert

Hauteur du couvert

Volonté de faire coïncider les restitutions liées à la dégradation du couvert végétal avec les besoins de la vigne

Crainte du gel

Interaction avec d'autres opérations au vignoble (ex: gêne pour traitement phytosanitaire...)

Disponibilités du viticulteur

Disponibilités du matériel

Autre:

Quel a été le devenir des résidus végétaux après destruction de l'engrais vert ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Enfouissement

Laissés en surface sous forme de mulch

Autre

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sur l'inter-rang avec engrais vert, pendant la période végétative de la vigne.

Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.



Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonnez dans l'ordre chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, placez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette '15 mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

Deuxième exemple:

|| Veuillez sélectionner 23 réponses maximum
Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 30

Tonte(s)/fauche(s)

Roulage

Broyage

Disquage

Enfouissement des résidus

Désherbage(s) chimique(s)

Désherbage(s) mécanique(s)

Acceptation des repousses d'adventices

Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)

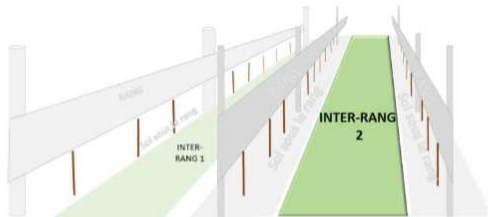
Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)

15 février
Tonte(s)/fauche(s)
1er avril
Désherbage(s) mécanique(s)
Acceptation des repousses d'adventices
Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

- Retour au(x) roulage(s)
- Retour au(x) disquage(s)
- Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)
- Autre
- Autre
- 1er février
- 15 février
- 1er mars
- 15 mars
- 1er avril
- 15 avril
- 1er mai
- 15 mai
- 1er juin
- 15 juin
- 1er juillet
- 15 juillet
- 1er août
- 15 août
- 1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:

Veuillez écrire votre réponse ici :



Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2:

Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques ' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non, j'ai désherbé mécaniquement en entrée d'hiver
- Non, j'ai désherbé chimiquement en entrée d'hiver
- Oui, enherbement naturel
- Oui, enherbement semé

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement naturel' à la question '42 [IR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (>3ans)
- Semi-permanent (1-3ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '42 [IR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (> 3 ans)
- Semi-permanent (1-3 ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la règle de décision à l'origine de la destruction de cet enherbement semi-permanent ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3 ans)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3ans)' à la question '43 [IR2B10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

Qualifieriez-vous cet enherbement d'«engrais vert» ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non

Quel est l'objectif de cet enherbement temporaire semé ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non' à la question '46 [IR2B12EV]' (Qualifieriez-vous cet enherbement d'«engrais vert» ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

A quelle date avez-vous semé cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- entre le 15/08/17 et le 31/08/2017
- entre le 01/09/17 et le 15/09/2017
- entre le 16/09/17 et le 30/09/2017
- entre le 01/10/17 et le 15/10/2017
- entre le 16/10/17 et le 31/10/2017
- entre le 01/11/17 et le 15/11/17

Autre

Si un (ou plusieurs) des paramètres suivants a été décisif lorsque vous avez choisi la date de semis, merci de cocher la (ou les) case(s) correspondante(s).

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Adéquation avec les besoins physiologiques des espèces semées
- Organisation des différents chantiers de travail au sein de l'exploitation (vendanges...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel de semis

Autre:

Le semis a-t-il été réalisé avant ou après que la parcelle ait été vendangée ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Semis avant vendanges

Semis après vendanges

Autre

Avec quel matériel avez-vous semé ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '42 [IR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Semis direct

Semis en ligne après préparation du sol

Semis à la volée après préparation du sol

Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisions si nécessaires dans le champ libre ci-contre

Quelle est la provenance du matériel de semis ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '42 [IR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Matériel propriété de votre exploitation
- Matériel en CUMA
- Prêt par un voisin
- Prestation de service pour le semis

Autre:

Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crucifères
- Graminées
- Légumineuses
- Autre

Précisez la ou les espèce(s) de Crucifère semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Crucifères' à la question '53 [IR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Moutarde blanche (*Sinapsis alba*)
- Moutarde brune (*Brassica juncea*)
- Radis fourrager (*Raphanus sativus*)
- Radis chinois (*Raphanus sativus longipinnatus*)
- Colza (*Brassica napus*)
- Navette fourragère (*Brassica rapa oleifera*)
- Caméline (*Camelina sativa*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Graminée semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '53 [IR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Seigle (*Secale cereale*)
- Avoine d'hiver (*Avena sativa*)
- Avoine de printemps (*Avena sativa*)
- Avoine rude/diploïde/brésilienne (*Avena strigosa*)
- Blé (*Triticum aestivum*)
- Orge (*Hordeum vulgare*)
- Moha (*Setaria italica*)
- Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Légumineuse semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Légumineuses' à la question '53 [IR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Vesce commune de printemps (*Vicia sativa*)
- Vesce velue (*Vicia villosa*)
- Vesce du Bengale/pourpre (*Vicia benghalensis*)
- Lentille noirâtre/fourragère (*Lens nigricans*)
- Gesse cultivée (*Lathyrus sativus*)
- Pois fourrager (*Pisum sativum*)
- Féverole de printemps (*Vicia faba*)
- Trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*)
- Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum*)

Autre:

De quelle(s) autre(s) espèce(s) s'agit-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '53 [IR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semée(s) à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Phacélie (*Phacelia tanacetifolia*)
- Lin (*Linum usitatissimum*)
- Tournesol (*Helianthus annuus*)
- Niger/Nyger (*Guizotia abyssinica*)
- Sarrasin/blé noir (*Fagopyrum esculentum*)

Autre:

Quelle est la provenance des semences utilisées ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Semences commerciales
- Semences fermières

Autre:

Quel(s) critère(s) avez-vous pris en compte pour choisir cette/ces espèce(s) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture d'azote
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture en potasse
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: fourniture en matière organique
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: étouffement des adventices
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: structuration du sol
- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier: atténuation de l'érosion
- Espèce(s) adaptée(s) au sol des parcelles considérées
- Espèce(s) adaptée(s) à la date et/ou au matériel de semis

Espèce(s) adaptée(s) au mode de destruction envisagé

Disponibilités des semences

Coût des semences

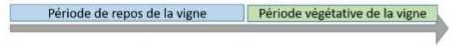
Espèce(s) qui s'implantent facilement

Suite aux conseils d'un autre viticulteur, d'un groupe de viticulteurs

Suite à un accompagnement par un conseiller viticole

Autre:

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sur l'inter-rang, pendant la période végétative de la vigne.



Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.

Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonnez de manière chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, utilisez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette 'mi mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies : La réponse était 'Non, alternance spatiale des pratiques' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Deuxième exemple:



|| Veuillez sélectionner 23 réponses maximum
Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 30

Tonte(s)/fauche(s)

Roulage

Broyage

Disquage

Enfouissement des résidus

Désherbage(s) chimique(s)

Désherbage(s) mécanique(s)

Acceptation des repousses d'adventices

Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)

Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)

Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

Retour au(x) roulage(s)

Retour au(x) disquage(s)

Autre

Autre

1er février

15 février

1er mars

15 mars

1er avril

15 avril

1er mai

15 mai

1er juin

15 juin

1er juillet

15 juillet

1er août

15 août

1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques ' à la question '20 [B8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veuillez écrire votre réponse ici :

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de cette date de destruction ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '44 [IR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

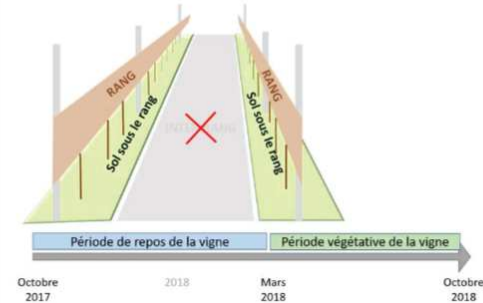
----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '43 [IR2B10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crainte de la concurrence hydro-minérale avec la vigne
- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Stade phénologique de la vigne
- Stade phénologique du couvert
- Hauteur du couvert
- Volonté de faire coïncider les restitutions liées à la dégradation du couvert végétal avec les besoins de la vigne
- Crainte du gel
- Interaction avec d'autres opérations au vignoble (ex: gêne pour traitement phytosanitaire...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel
- Autre:

Pour terminer: pendant la période de repos de la vigne, le sol **sous le rang** est-il enherbé ?



Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).

*

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non, j'ai désherbé mécaniquement en entrée d'hiver
- Non, j'ai désherbé chimiquement en entrée d'hiver
- Oui, enherbement naturel
- Oui, enherbement semé

Précisez : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '63 [B5]' (Pour terminer: pendant la période de repos de la vigne, le sol sous le rang est-il enherbé ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sous la rang de vigne, pendant la période végétative de la vigne.



Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.

Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonnez de manière chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, utilisez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette '15 mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

Veuillez sélectionner 19 réponses maximum
Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 25

Deuxième exemple:

Tonte(s)/fauche(s)

Brosses de désherbage mécanique

Désherbage(s) chimique(s)

Désherbage(s) mécanique(s)

Acceptation des repousses d'adventices

Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)

Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)

Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

Autre

15 février
Tonte(s)/fauche(s)
1er avril
Désherbage(s) mécanique(s)
Acceptation des repousses d'adventices
Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

<input type="text"/>	Autre
<input type="text"/>	1er février
<input type="text"/>	15 février
<input type="text"/>	1er mars
<input type="text"/>	15 mars
<input type="text"/>	1er avril
<input type="text"/>	15 avril
<input type="text"/>	1er mai
<input type="text"/>	15 mai
<input type="text"/>	1er juin
<input type="text"/>	15 juin
<input type="text"/>	1er juillet
<input type="text"/>	15 juillet
<input type="text"/>	1er août
<input type="text"/>	15 août
<input type="text"/>	1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:
Veuillez écrire votre réponse ici :

Revenons à l'échelle de l'ilot de parcelles. Les parcelles concernées par cet itinéraire d'entretien du sol sont-elles irriguées ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non
 C'est variable à l'intérieur de l'ilot de parcelles considéré

Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s) *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Aucune
 Apport de fertilisant foliaire
 Apport de fertilisant au sol

Précisez: *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était à la question '68 [B15]' (Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s))

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Apport en plein
 Apport localisé

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Apport localisé' à la question '69 [B15suite]' (Précisez:)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

localisé sous le rang de vigne

Autre

Quelle quantité d'azote a été apportée durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018) sur les parcelles considérées (Unités d'azote) ?

Si c'est variable, faire une moyenne.

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Aucune' à la question '68 [B15]' (Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s))

Veuillez écrire votre réponse ici :

Annexe 3: Part of the online survey concerning the winegrowers who don't implement green manure and corresponding to the description of their main soil management itinerary

Description de votre itinéraire d'entretien du sol principal

Merci de détailler votre itinéraire d'entretien du sol principal (par ordre d'importance en surface).

Ensuite, la fin du questionnaire vise à relever vos attentes et questionnements.

Sur quelle surface (ha) cet itinéraire d'entretien du sol est-il mis en oeuvre ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Précisez le ou les types de produit correspondant à cet itinéraire : *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- AOP Rouge
 AOP Blanc
 IGF Rouge
 IGF Blanc
 Rouge sans IG
 Blanc sans IG
 AOP Rosé
 IGF Rosé
 Rosé sans IG
 Autre:

Quel est en moyenne votre objectif de rendement (en hl/ha) sur l'ilot de parcelles concerné par cet itinéraire d'entretien du sol ? *

Veillez écrire votre réponse ici :

Caractériser le type de sol moyen sur lequel cet itinéraire d'entretien du sol est mis en oeuvre.

Profondeur du sol *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- De 0 à 30 cm
- De 30 à 50 cm
- De 50 à 80 cm
- De 80 cm à 1 m
- Supérieure à 1 m
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Texture du sol *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Sableux
- Limoneux
- Sablo-limoneux
- Limono-argileux
- Sablo-argileux
- Argileux
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Autre

La saturation (taux de calcaire) *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- très calcaire
- calcaire
- faiblement calcaire
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Pente *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

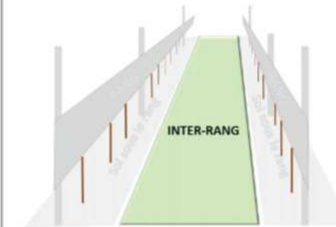
- forte
- faible
- absente
- Impossible de faire une moyenne

Présence de cailloux *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- De 0 à 25 % de cailloux
- De 25 à 50 % de cailloux
- De 50 à 75 % de cailloux
- De 75 à 100 % de cailloux
- Ne sait pas
- Impossible de faire une moyenne

Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ?



Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).

*

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non, alternance **spatiale** des pratiques

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Alternance un inter-rang sur deux
- Alternance un inter-rang sur trois
- Alternance un inter-rang sur quatre
- Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisez en commentaire votre logique pour cette alternance de l'entretien du sol des inter-rangs

A l'échelle pluriannuelle: *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- chaque année vous alternez l'entretien du sol entre les inter-rangs
- votre stratégie n'inclut pas de rotation entre les inter-rangs
- Autre

Pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?



*Si votre entretien du sol n'est pas uniforme sur tous les inter-rangs, choisissez un inter-rang et décrivez-le dans vos réponses (vous serez invité(e) plus loin à décrire le mode d'entretien du sol du 2ème inter-rang). **

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non, j'ai désherbé mécaniquement en entrée d'hiver
- Non, j'ai désherbé chimiquement en entrée d'hiver
- Oui, enherbement naturel
- Oui, enherbement semé

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement naturel' à la question '144 [oB9]' (Pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ? Si votre entretien du sol n'est pas uniforme sur tous les inter-rangs, choisissez un inter-rang et décrivez-le dans vos réponses (vous serez invité(e) plus loin à décrire le mode d'entretien du sol du 2ème inter-rang).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (>3ans)
- Semi-permanent (1-3ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '144 [oB9]' (Pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ? Si votre entretien du sol n'est pas uniforme sur tous les inter-rangs, choisissez un inter-rang et décrivez-le dans vos réponses (vous serez invité(e) plus loin à décrire le mode d'entretien du sol du 2ème inter-rang).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (>3 ans)
- Semi-permanent (1-3 ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la règle de décision à l'origine de la destruction de cet enherbement semi-permanent ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3 ans)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3ans)' à la question '145 [oB10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

Quel est l'objectif de cet enherbement temporaire semé ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

A quelle date avez-vous semé cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

entre le 15/08/17 et le 31/08/2017

entre le 01/09/17 et le 15/09/2017

entre le 16/09/17 et le 30/09/2017

entre le 01/10/17 et le 15/10/2017

entre le 16/10/17 et le 31/10/2017

entre le 01/11/17 et le 15/11/17

Autre

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de cette date de semis ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

Etat du sol

Prévisions météorologiques

Adéquation avec les besoins physiologiques des espèces semées

Organisation des différents chantiers de travail au sein de l'exploitation (vendanges...)

Disponibilités du viticulteur

Disponibilités du matériel de semis

Autre:

Le semis a-t-il été réalisé avant ou après que la parcelle ait été vendangée ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Semis avant vendanges

Semis après vendanges

Autre

Avec quel matériel avez-vous semé ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '144 [oB9]' (Pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ? Si votre entretien du sol n'est pas uniforme sur tous les inter-rangs, choisissez un inter-rang et décrivez-le dans vos réponses (vous serez invité(e) plus loin à décrire le mode d'entretien du sol du 2ème inter-rang).) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semis direct
- Semis en ligne avec préparation de sol
- Semis à la volée après préparation du sol
- Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisions si nécessaires dans le champ libre ci-contre

Quelle est la provenance du matériel de semis ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '144 [oB9]' (Pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ? Si votre entretien du sol n'est pas uniforme sur tous les inter-rangs, choisissez un inter-rang et décrivez-le dans vos réponses (vous serez invité(e) plus loin à décrire le mode d'entretien du sol du 2ème inter-rang).) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Matériel propriété de votre exploitation
- Matériel en CUMA
- Prêt par un voisin
- Prestation de service pour le semis

Autre:

Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crucifères
- Graminées
- Légumineuses
- Autre

Précisez la ou les espèce(s) de Crucifère semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '154 [oB13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Moutarde blanche (*Sinapis alba*)
- Moutarde brune (*Brassica juncea*)
- Radis fourrager (*Raphanus sativus*)
- Radis chinois (*Raphanus sativus longipinnatus*)

- Colza (*Brassica napus*)
- Navette fourragère (*Brassica rapa oleifera*)
- Caméline (*Camelina sativa*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Graminée semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '154 [oB13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Seigle (*Secale cereale*)
- Avoine d'hiver (*Avena sativa*)
- Avoine de printemps (*Avena sativa*)
- Avoine rude/diploïde/brésilienne (*Avena strigosa*)
- Blé (*Triticum aestivum*)
- Orge (*Hordeum vulgare*)
- Moha (*Setaria italica*)
- Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Légumineuse semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '154 [oB13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Vesce commune de printemps (*Vicia sativa*)
- Vesce velue (*Vicia villosa*)
- Vesce du Bengale/pourpre (*Vicia benghalensis*)
- Lentille noirâtre/fourragère (*Lens nigricans*)
- Gesse cultivée (*Lathyrus sativus*)
- Pois fourrager (*Pisum sativum*)
- Féverole de printemps (*Vicia faba*)
- Trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*)
- Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum*)

Autre:

De quelle(s) autre(s) espèce(s) s'agit-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Autre' à la question '154 [oB13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Phacélie (*Phacelia tanacetifolia*)
- Lin (*Linum usitatissimum*)
- Tournesol (*Helianthus annuus*)
- Niger/nyger (*Guizotia abyssinica*)
- Sarrasin/blé noir (*Fagopyrum esculentum*)

Autre:

Quelle est la provenance des semences utilisées ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Semences commerciales
- Semences fermières

Autre:

Quel(s) critère(s) avez-vous pris en compte pour choisir cette/ces espèce(s) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier (fourniture d'azote, étouffement des adventices, structuration du sol...)
- Espèce(s) adaptée(s) au sol des parcelles considérées
- Espèce(s) adaptée(s) à la date et/ou au matériel de semis
- Espèce(s) adaptée(s) au mode de destruction envisagé
- Disponibilités des semences
- Coût des semences
- Espèce(s) qui s'implantent facilement
- Suite aux conseils d'un autre viticulteur, d'un groupe de viticulteurs
- Suite à un accompagnement par un conseiller viticole

Autre:

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sur cet inter-rang, pendant la période végétative de la vigne.



Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.

Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonnez dans l'ordre chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, utilisez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette '15 mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

!! Veuillez sélectionner 23 réponses maximum
Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 30

Deuxième exemple:

15 février
Tonte(s)/fauche(s)
1er avril
Désherbage(s) mécanique(s)
Acceptation des repousses d'adventices
Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

Tonte(s)/fauche(s)

Roulage

Broyage

Disquage

Enfouissement des résidus

Désherbage(s) chimique(s)

Désherbage(s) mécanique(s)

Acceptation des repousses d'adventices

Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)

Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)

Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

Retour au(x) roulage(s)

Retour au(x) disquage(s)

Autre

Autre

1er février

15 février

1er mars

15 mars

1er avril

15 avril

1er mai

15 mai

1er juin

15 juin

1er juillet

15 juillet

1er août

15 août

1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:

Veuillez écrire votre réponse ici :

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de la date de destruction ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

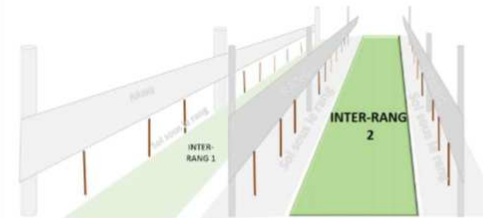
La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '146 [oB11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '145 [oB10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crainte de la concurrence hydro-minérale avec la vigne
- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Stade phénologique de la vigne
- Stade phénologique du couvert
- Hauteur du couvert
- Volonté de faire coïncider les restitutions liées à la dégradation du couvert végétal avec les besoins de la vigne
- Crainte du gel
- Interaction avec d'autres opérations au vignoble (ex: gêne pour traitement phytosanitaire...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel
- Autre:



Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2:

Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance spatiale des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non, j'ai désherbé mécaniquement en entrée d'hiver
- Non, j'ai désherbé chimiquement en entrée d'hiver
- Oui, enherbement naturel
- Oui, enherbement semé

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement naturel' à la question '164 [oR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (>3ans)
- Semi-permanent (1-3ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la durée de cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '164 [oIR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Permanent (> 3 ans)
- Semi-permanent (1-3 ans)
- Temporaire (<1an)

Quelle est la règle de décision à l'origine de la destruction de cet enherbement semi-permanent ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3 ans)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Semi-permanent (1-3ans)' à la question '165 [oIR2B10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

Quel est l'objectif de cet enherbement temporaire semé ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez écrire votre réponse ici :

A quelle date avez-vous semé cet enherbement ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- entre le 15/08/17 et le 31/08/2017
- entre le 01/09/17 et le 15/09/2017
- entre le 16/09/17 et le 30/09/2017
- entre le 01/10/17 et le 15/10/2017
- entre le 16/10/17 et le 31/10/2017
- entre le 01/11/17 et le 15/11/17

Autre

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de cette date de semis ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Adéquation avec les besoins physiologiques des espèces sémées
- Organisation des différents chantiers de travail au sein de l'exploitation (vendanges...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel de semis

Autre:

Le semis a-t-il été réalisé avant ou après que la parcelle ait été vendangée ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semis avant vendanges
- Semis après vendanges

Autre

Avec quel matériel avez-vous semé ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '164 [oIR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semis direct
- Semis en ligne après préparation du sol
- Semis à la volée après préparation du sol
- Autre

Faites le commentaire de votre choix ici :

Précisions si nécessaires dans le champ libre ci-contre

Quelle est la provenance du matériel de semis ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '164 [oIR2B9]' (Description de l'entretien du sol sur l'inter-rang 2: Passons maintenant au deuxième type d'inter-rang, pendant la période de repos de la vigne, l'inter-rang est-il enherbé ?) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Matériel propriété de votre exploitation
- Matériel en CUMA
- Prêt par un voisin
- Prestation de service pour le semis

Autre:

Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crucifères
- Graminées
- Légumineuses
- Autre

Précisez la ou les espèce(s) de Crucifère semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Crucifères' à la question '174 [oIR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

Caméline (*Camelina sativa*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Graminée semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '174 [oIR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Seigle (*Secale cereale*)
- Avoine d'hiver (*Avena sativa*)
- Avoine de printemps (*Avena sativa*)
- Avoine rude/diploïde/brésilienne (*Avena strigosa*)
- Blé (*Triticum aestivum*)
- Orge (*Hordeum vulgare*)
- Moha (*Setaria italica*)
- Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*)

Autre:

Précisez la ou les espèce(s) de Légumineuse semée(s): *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Légumineuses' à la question '174 [oIR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Vesce commune de printemps (*Vicia sativa*)
- Vesce velue (*Vicia villosa*)
- Vesce du Bengale/pourpre (*Vicia benghalensis*)
- Lentille noirâtre/fourragère (*Lens nigricans*)
- Gesse cultivée (*Lathyrus sativus*)
- Pois fourrager (*Pisum sativum*)
- Féverole de printemps (*Vicia faba*)
- Trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*)
- Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum*)

Autre:

De quelle(s) autre(s) espèce(s) s'agit-il ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '174 [oIR2B13]' (Quelle(s) famille(s) de plantes avez-vous semé à l'automne 2017 sur ces inter-rangs ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Phacélie (*Phacelia tanacetifolia*)
- Lin (*Linum usitatissimum*)
- Tournesol (*Helianthus annuus*)
- Niger/nyger (*Guizotia abyssinica*)
- Sarrasin/blé noir (*Fagopyrum esculentum*)

Autre:

Quelle est la provenance des semences utilisées ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Semences commerciales
- Semences fermières

Autre:

Quel(s) critère(s) avez-vous pris en compte pour choisir cette/ces espèce(s) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

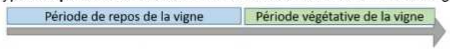
La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Espèce(s) choisie(s) pour rendre un service en particulier (fourniture d'azote, étouffement des adventices, structuration du sol...)
- Espèce(s) adaptée(s) au sol des parcelles considérées
- Espèce(s) adaptée(s) à la date et/ou au matériel de semis
- Espèce(s) adaptée(s) au mode de destruction envisagé
- Disponibilités des semences
- Coût des semences
- Espèce(s) qui s'implantent facilement
- Suite aux conseils d'un autre viticulteur, d'un groupe de viticulteurs
- Suite à un accompagnement par un conseiller viticole

Autre:

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sur l'inter-rang, pendant la période végétative de la vigne.



Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.

Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonner de manière chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, utilisez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette 'mi mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non, alternance spatiale des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

!! Vos réponses doivent être différentes, et vous devez les classer dans l'ordre.

!! Veuillez sélectionner 23 réponses maximum. Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 30

Deuxième exemple:

15 février
Tonte(s)/fauche(s)
1er avril
Désherbage(s) mécanique(s)
Acceptation des repousses d'adventices
Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

- Tonte(s)/fauche(s)
- Roulage
- Broyage
- Disquage
- Enfouissement des résidus
- Désherbage(s) chimique(s)

- Désherbage(s) mécanique(s)
- Acceptation des repousses d'adventices
- Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)
- Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)
- Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)
- Retour au(x) roulage(s)
- Retour au(x) disquage(s)
- Autre
- Autre
- 1er février
- 15 février
- 1er mars
- 15 mars
- 1er avril
- 15 avril
- 1er mai
- 15 mai
- 1er juin
- 15 juin
- 1er juillet
- 15 juillet
- 1er août
- 15 août
- 1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

((B8.NAOK (<https://gaillac.limequery.com/admin/questions/sa/view/surveyid/47443/gid/44/qid/4660>) == "A2"))

Veuillez écrire votre réponse ici :

Quelle(s) information(s) vous ont conduit à décider de la date de destruction ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '166 [oIR2B11]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Non, alternance **spatiale** des pratiques' à la question '141 [oB8]' (Votre entretien du sol est-il uniforme sur tous les inter-rangs ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).) et La réponse était 'Temporaire (<1an)' à la question '165 [oIR2B10]' (Quelle est la durée de cet enherbement ?)

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Crainte de la concurrence hydro-minérale avec la vigne
- Etat du sol
- Prévisions météorologiques
- Stade phénologique de la vigne
- Stade phénologique du couvert
- Hauteur du couvert
- Volonté de faire coïncider les restitutions liées à la dégradation du couvert végétal avec les besoins de la vigne
- Crainte du gel
- Interaction avec d'autres opérations au vignoble (ex: gêne pour traitement phytosanitaire...)
- Disponibilités du viticulteur
- Disponibilités du matériel

Autre:

Pour terminer: pendant la période de repos de la vigne, le sol **sous le rang de vigne** est-il enherbé ?



Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).

*

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Non, j'ai désherbé chimiquement en entrée d'hiver
- Non, j'ai désherbé mécaniquement en entrée d'hiver
- Oui, enherbement naturel
- Oui, enherbement semé

Précisez : *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Oui, enherbement semé' à la question '184 [oB5]' (Pour terminer: pendant la période de repos de la vigne, le sol sous le rang de vigne est-il enherbé ? Rappel: les questions portent sur la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018).)

Indiquez dans l'ordre chronologique les grands types d'opérations d'entretien du sol mis en oeuvre sous la rang de vigne, pendant la période végétative de la vigne.

Merci de positionner dans la mesure du possible les repères temporels entre les types d'opérations.



Seuls les grands types sont à indiquer, peu importe ici le nombre d'opérations.

Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche à la liste de droite. Ordonnez de manière chronologique en plaçant l'opération la plus précoce en haut. S'il vous manque une étiquette, utilisez 'Autre' et précisez à la question suivante.

Par exemple, pour un entretien uniquement par désherbage chimique à partir de mi mars, placez d'abord l'étiquette '15 mars', et ensuite celle 'désherbage chimique'.

Deuxième exemple: L'image ci-contre correspond à un entretien par tontes de mi février à début avril suivi d'un désherbage mécanique début avril, ensuite les repousses sont entretenues par tontes pendant l'été. Placez d'abord '15 février', puis 'Tontes/fauches', puis '1er avril', puis 'Désherbage(s) mécanique(s)', et enfin 'Acceptation des repousses' et 'Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)'.

11 Veuillez sélectionner 19 réponses maximum
Numérotez chaque case dans l'ordre de vos préférences de 1 à 22

Deuxième exemple:

- Tonte(s)/fauche(s)
- Brosse de désherbage mécanique
- Acceptation des repousses d'adventices
- Retour au(x) désherbage(s) chimique(s)
- Retour au(x) désherbage(s) mécanique(s)
- Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)
- Autre désherbage
- 1er février
- 15 février

- 15 février
- Tonte(s)/fauche(s)
- 1er avril
- Désherbage(s) mécanique(s)
- Acceptation des repousses d'adventices
- Retour au(x) tonte(s)/fauche(s)

- 1er mars
- 15 mars
- 1er avril
- 15 avril
- 1er mai
- 15 mai
- 1er juin
- 15 juin
- 1er juillet
- 15 juillet
- 1er août
- 15 août
- 1er septembre

Si vous avez coché 'Autre', merci de préciser:
Veuillez écrire votre réponse ici :

Revenons à l'échelle de l'ilot de parcelles. Les parcelles concernées par cet itinéraire d'entretien du sol sont-elles irriguées ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
- Non
- C'est variable à l'intérieur de l'ilot de parcelles considéré

Annexe 4: Last part of the online survey to draw a review of the winegrowers' experience of green manure and collect their eventual requests

Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s) *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Aucune
 Apport de fertilisant foliaire
 Apport de fertilisant au sol

Précisez: *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
 La réponse était à la question '189 [pb15]' (Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s))

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Apport en plein
 Apport localisé

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Apport localisé' à la question '190 [pb15suite]' (Précisez:)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- localisé sous le rang de vigne

- Autre

Quelle quantité d'azote a été apportée durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à octobre 2018) sur les parcelles considérées (Unités d'azote) ?

Si c'est variable, faire une moyenne.

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Aucune' à la question '189 [pb15]' (Quel type de fertilisation avez-vous réalisé durant la campagne 2018 (d'octobre 2017 à 2018) ? Cochez la ou les case(s) correspondante(s))

Veillez écrire votre réponse ici :

Pour que(s) objectif(s) mettez-vous en place cet itinéraire d'entretien du sol? *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Maîtriser la qualité de récolte
 Maîtriser les rendements
 Limiter la sensibilité aux maladies
 Réduire les coûts d'entretien du sol
 Réduire l'érosion
 Améliorer la portance du sol
 Apporter de la matière organique, stocker du carbone
 Apporter des éléments nutritifs à la vigne, N, P, et/ou K
 Améliorer l'exploration des nutriments du sol
 Réduire le lessivage des nitrates
 Réduire la pression en adventices
 Réduire les intrants
 Augmenter la biodiversité
 Esthétique

- Autre:

Etes-vous satisfait(e) du développement de votre engrais vert (levée, croissance, biomasse...) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Non' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Faites le commentaire de votre choix ici :

Quel(s) indicateur(s) vous permettent de constater le bon ou mauvais développement de votre engrais vert ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Non' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Observation visuelle globale
 Mesure de sa biomasse
 Mesure de sa densité
 Mesure de sa hauteur
 Salissement du couvert

Autre:

Etes-vous satisfait(e) de l'effet de votre engrais vert sur la vigne ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Non' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non
 Ne sait pas

Faites le commentaire de votre choix ici :

Cochez et précisez les effet(s) constaté(s) de votre engrais vert sur la vigne ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

----- Scenario 1 -----

La réponse était 'Oui' à la question '197 [C5vigne]' (Etes-vous satisfait(e) de l'effet de votre engrais vert sur la vigne ?)

----- ou Scenario 2 -----

La réponse était 'Non' à la question '197 [C5vigne]' (Etes-vous satisfait(e) de l'effet de votre engrais vert sur la vigne ?)

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Vigueur de la vigne

Etat sanitaire

Qualité des moûts

Nutrition de la vigne

Rendement

Aspect du feuillage

Autre :

Cochez et précisez les opérations sur lesquelles vos engrais verts induisent des modifications ?

Vous pouvez préciser les changements (augmentation/diminution, changement de forme, de date...).

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse n'était PAS 'Non' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Fertilisation

Traitements phytosanitaires

Autre :

Quelles sont les raisons qui vous freinent pour la pratique des engrais verts ?

*

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Non' à la question '10 [A13]' (Parmi tous vos itinéraires d'entretien du sol, l'un d'eux au moins comprend-il l'emploi d'engrais vert ?)

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

Crainte de la concurrence hydro-minérale avec la vigne

Entretien coûteux

Manque de temps pour la mise en place de l'engrais vert

Manque d'information, de référence, d'aide au pilotage

Manque de matériel

Faible fourniture en semences

Difficultés d'installation du couvert

Inadaptés aux conditions pédologiques

Inadaptés à la configuration de la parcelle

Inadaptés à l'âge de la vigne considérée

Gêne pour la conduite de la vigne, contraintes supplémentaires

Risques (maladies, gel...)

Esthétique

Autre:

Avez-vous été amené(e) à abandonner la technique de l'engrais vert ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Oui
 Non

Faites le commentaire de votre choix ici :

Si oui, merci de préciser pourquoi en commentaire

Bénéficiez-vous de conseils techniques, suivis ou analyses relatifs à la question de l'enherbement de vos vignes par l'un de ces acteurs ? *

|| Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Aucun

Chambre d'agriculture du Tarn

Autre structure publique, précisez:

Autre(s) agriculteur(s)

Structure privée, précisez:

Interprofession

Autre :

Quelles sont vos attentes envers les structures d'accompagnement et de recherche sur le thème du travail du sol, de l'enherbement, et plus particulièrement des engrais verts ?

N'hésitez pas à préciser votre idée dans les champs libres.

*

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Aide au pilotage de la date de semis d'un engrais vert

Aide au pilotage de la date de destruction d'un engrais vert

Informations sur le matériel relatif aux engrais verts

Aide aux choix des espèces à semer

Aide vis à vis de l'entretien du sol sous le rang de vigne

Aide à la prise en compte des spécificités de vos parcelles (sol, âge de la vigne...- merci de préciser) dans l'adoption d'un enherbement, engrais vert adéquat

Aide au pilotage de la fertilisation dans les vignes enherbées

Disponibilités des semences: informations, échanges entre producteurs

Autre :

Concernant les engrais verts, comment préférez-vous vous renseigner ? *

Cochez la ou les réponses

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Forum internet
- Vidéos internet
- Article technique de journal ou revue
- Plaquette technique
- Réunion ou colloque technique
- Conseiller technique
- Echange d'expérience entre viticulteurs
- Démonstration

Autre:

Champ libre dédié à d'éventuelles remarques, questions, ...

Veillez écrire votre réponse ici :

Pour aller plus loin:

*

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Vous êtes intéressé(e) pour avoir une restitution des résultats de cette enquête, merci de préciser votre adresse email:

Vous êtes intéressé par la proposition suivante: nous cherchons des viticulteurs ouverts à une mesure de biomasse sur leurs engrais verts (réalisée par l'IFV). Ces mesures serviront également à calibrer le logiciel MERCI pour l'évaluation des restitutions potentielles des engrais verts à la vigne.

Vous n'êtes pas intéressé. Par défaut, vous restez donc anonyme

Si vous êtes intéressé(e) par notre proposition ci-dessus, merci d'indiquer le nom du domaine, l'adresse postale, ainsi que les coordonnées de la personne à contacter. *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était à la question '206 [E2]' (Pour aller plus loin:)

Veillez écrire votre réponse ici :

Merci pour votre collaboration!

19.06.2019 – 11:10

Envoyer votre questionnaire.

Merci d'avoir complété ce questionnaire.

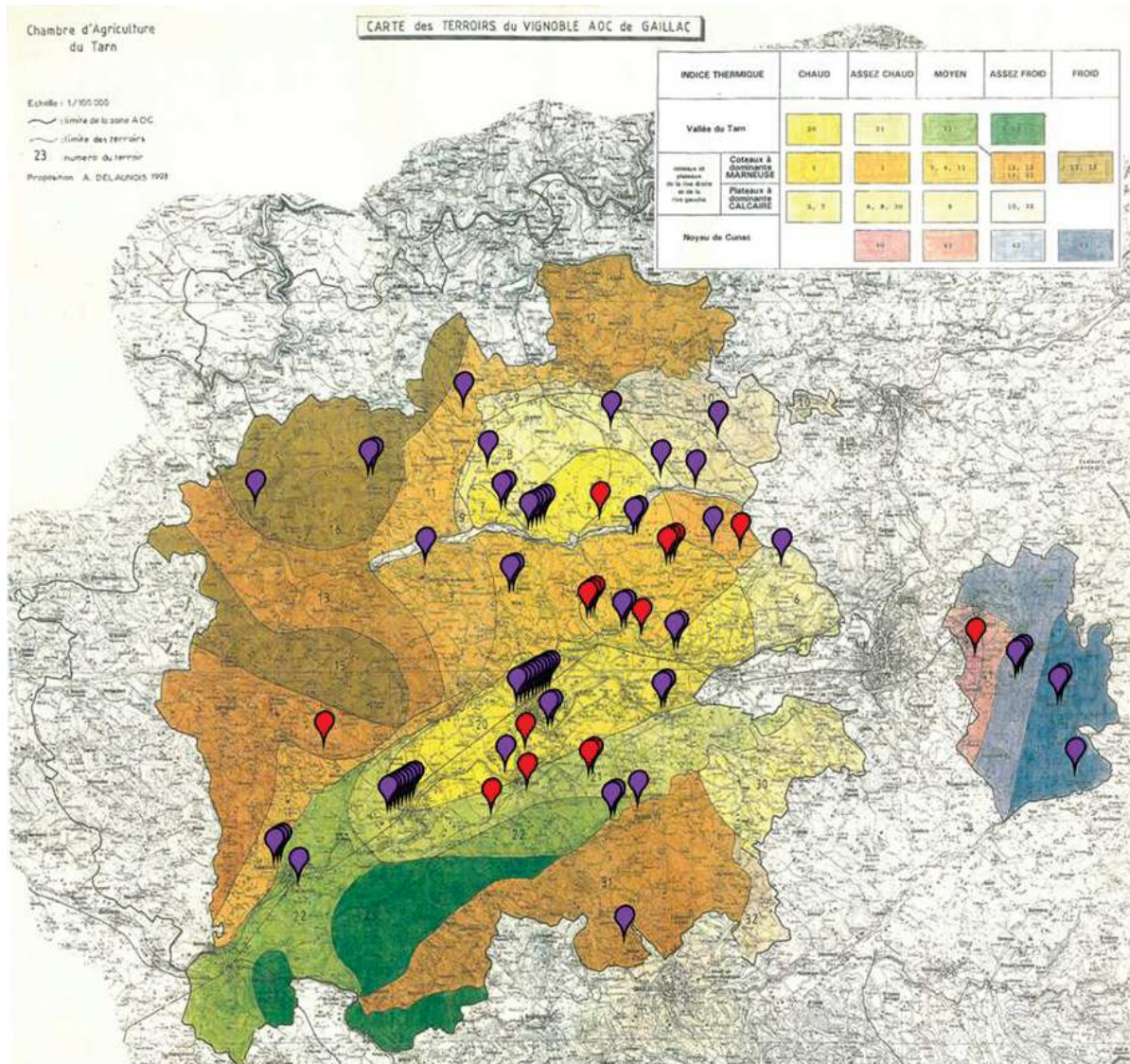
Annexe 5: Description of the data from the online survey about farm and soil types

Number of individuals	46	
Total of hectares concerned	908	
	<i>mean</i>	<i>mediane</i>
total UUA per farm (ha)	50,9	48
vineyard UAA per farm (ha)	24	21,8
Frequence of field crops activit	0,64	
Number of itineraries	1,9	2
Number of permanent worker	2,2	1,5
Surface per worker (ha)	14	10,3
Proportion of farm using GM	0,72	
Surface with GM	645	
	<i>Proportion of the modalities accross the dataset (%)</i>	
organic agriculture	0,36	
reasoned agriculture	0,18	
no environmental approach	0,46	
independent winery	0,51	
cooperative users	0,49	
High and low yields	0,8	
High yields	0,13	
Low yields	0,07	
clay soil	0,55	
loamy_clay soil	0,11	
loamy soil	0,04	
sandy soil	0,02	
sandy clay soil	0,04	
sandy loamy soil	0,22	
unknow texture	0,02	
From 0 to 30 cm deep	0,24	
From 30 to 50 cm deep	0,24	
From 50 to 80 cm deep	0,17	
From 80 cm to 1 m deep	0,09	
Motre than 1 m deep	0,13	
unknow depth	0,13	
little calcareous	0,41	
calcareous	0,37	
very calcareous	0,15	
unknown saturation	0,07	
null slope	0,2	
gentle slope	0,5	
steep slope	0,14	
unknow slope	0,18	
From 0 to 25 % of stones	0,61	
More than 25 % of stones	0,22	
unknow stoniness	0,17	



Annexe 6: Details on itineraries involving GM described in the survey

		Number of individuals	Frequency
Sowing date	01/09/2017 - 15/09/2017	2	0,06
	16/09/2017 - 30/09/2017	2	0,06
	01/10/2017 - 15/10/2017	9	0,29
	16/10/2017 - 31/10/2017	11	0,35
	01/11/2017 - 15/11/2017	7	0,23
Sowing mode	Soil preparation and broadcast seeding	11	0,35
	Soil preparation and seeding in lines	15	0,48
	Direct seeding	5	0,16
Destruction date	01/04/2018 - 15/04/2018	7	0,23
	16/04/2018 - 30/04/2018	17	0,55
	01/05/2018 - 15/05/2018	1	0,03
	16/05/2018 - 31/05/2018	6	0,19
Destruction mode	rolling	13	0,42
	grinding	10	0,32
	disking/rotovator	8	0,26
Residue management	burying	11	0,35
	mulch	20	0,65
Species sowed	<i>Vicia sativa</i>	8	0,26
	<i>Vicia villosa</i>	2	0,06
	<i>Vicia faba</i>	26	0,84
	<i>Trifolium alexandrinum</i>	1	0,03
	<i>Trifolium incarnatum</i>	2	0,06
	<i>Trifolium repens</i>	1	0,03
	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	6	0,19
	<i>Sinapsis alba</i>	1	0,03
	<i>Raphanus sativus longipinnatus</i>	2	0,06
	<i>Brassica rapa oleifera</i>	7	0,23
	<i>Camelina sativa</i>	1	0,03
	<i>Secale cereale</i>	4	0,13
	<i>Avena sativa</i>	7	0,23
	<i>Avena strigosa</i>	1	0,03
	<i>Hordeum vulgare</i>	6	0,19
<i>Lens negricans</i>	1	0,03	
<i>Pisum sativum</i>	6	0,19	
Soil management on the other inter-rows	wintery weeding	3	0,10
	green manure again	13	0,42
	natural cover crops	10	0,32
	sowed cover crops (but not GM)	5	0,16
	permanent cover crops	12	0,39
	temporary cover crops (but not GM)	3	0,10
Soil management under the grapevine rows	mecanical wintery weeding	7	0,23
	chemical wintery weeding	5	0,16
	natural cover crops	16	0,52
	sowed cover crops	1	0,03
	unknown	2	0,06

Annexe 7: Localisation of the vineyards surveyed and the sampled plots in Gaillac denomination area



Caption:

-  Headquarter of a vineyard surveyed online,
-  Plot sampled,

A translation of the zoning is proposed above:

Thermal index		Warm	Quite warm	Medium	Quite cold	Cold
Tarn river valley		20	21	22	23	
Hillsides and plateaux of right and left banks	Hillsides with marly domination	1	2	3, 4, 11	12, 13, 14, 15	16, 17
	Plateaux with calcareous domination	5, 7	6, 8, 10	9	10, 32	
Cunac Island			40	41	42	43

Scale : 1/100 000

— limits of the Aop Gaillac denomination zone

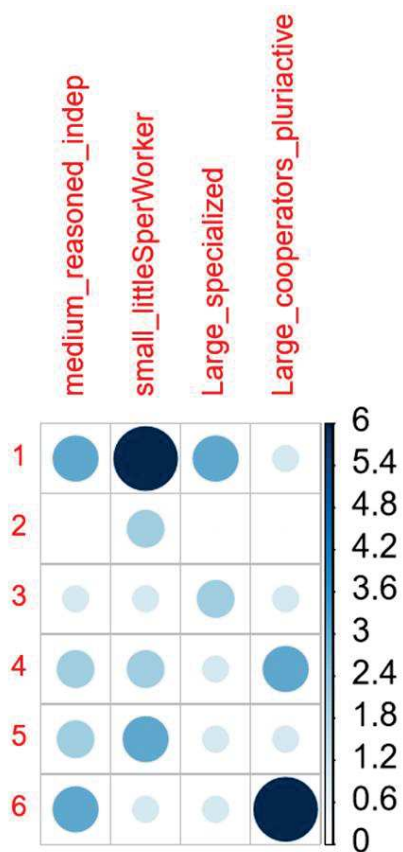
— limits of the terroirs

23 number of the terroir

A. Delaunoy 1993

Annexe 8: Non-significant test carried out to explain belonging to an itinerary cluster by farm characteristics thanks to a/ our farm clusters and b/ univariate tests.

a/



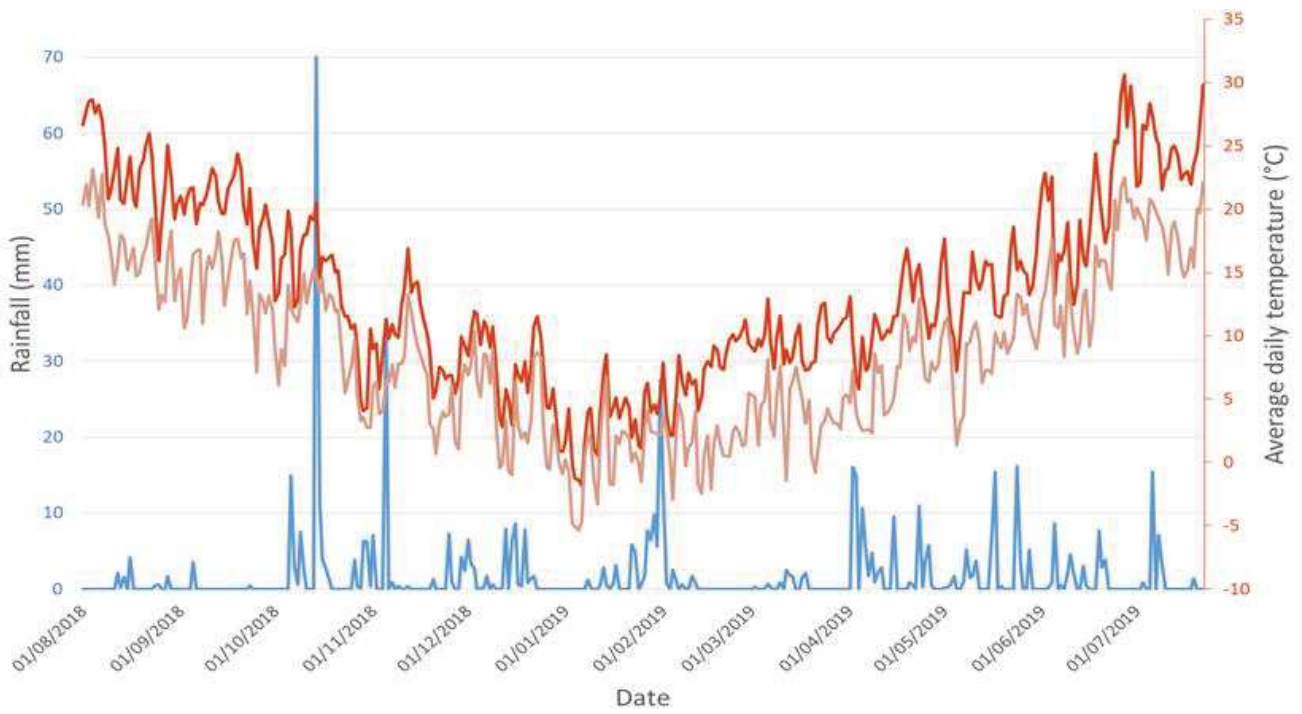
b/

Variable 1					Variable 2	P_value
Wine UAA					Belonging to an itinerary cluster	
0 < UAA ≤ 10 ha	10 < UAA ≤ 20 ha	20 < UAA ≤ 30 ha	30 < UAA ≤ 40 ha	40 ha < UAA		0.3181
Wine surface per permanent worker						
0 < surface per worker ≤ 15 ha		15 < surface per worker				0.5598
Environmental approach						
Organic agriculture	Reasoned agriculture	No particular environmental approach			0.8615	
Number of different soil management itineraries on the wine estate						
1		2		> 2	0.471	

Annexe 9: Non-significant test carried out to explain technical soil management choice in green manure adoption by belonging to our soil and farm clusters

Variable 1	Variable 2	P_value
Belonging to a soil cluster	Sowing month (September/October/November)	0.1124
	Sowing mode (direct/in ligne/broadcast)	0.5696
	Destruction mode (grinding/disking/rolling)	0.4429
	Destruction month (April/May)	0.8324
Belonging to a farm cluster	Sowing month (September/October/November)	0.7491
	Sowing mode (direct/in ligne/broadcast)	0.5991
	Destruction mode (grinding/disking/rolling)	0.204
	Destruction month (April/May)	0.1053
	Diversity of the non legumes present in the sowing mixture (brassicaceae/brassicaceae+phacelia/brassicaceae+phacelia+poaceae/ brassicaceae+poaceae/poaceae/phacelia/none)	0.7346
	Residues management (burying/mulch)	0.6866

Annexe 10: Temperature and rainfall from late summer 2018 to summer 2019 recorded by the Epicure station "Laubarel" in Gaillac




Caption:

- Rainfall (mm)
- Average daily temperature
- Minimum daily temperature

Annexe 12: Non-significant test carried out to explain green manure performances (biomass production and weed control) and impact on grapevine (NBI)

Variable 1	Variable 2		P_value
GM aerial dry biomass	Modality 1	Modality 2	
	Sowing in line after soil preparation	Broadcast sowing after soil preparation	0.1178
	Sowing density		0.7485
Percentage of weeds in the total sampled fresh biomass	Sown before the heavy rainfall of the 14/10	Sown after the heavy rainfall of the 14/10	0.1276
	Calcosol	Luvisol-redoxisol	0.2197
	Sowing density		0.1475
	Number of days between sowing and measurement		0.4073
NBI	Aerial dry biomass		0.05184
	Part of weeds in the total sampled fresh biomass		0.38
	Part of légumes in the total sampled dry matter		0.5451

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : Agronome Spécialisation / option : Agroecology Enseignant référent : Edith Le Cadre
Auteur(s) : Bertille Matray Date de naissance* : 08/08/1996	Organisme d'accueil : Institut Français de la Vigne et du Vin Adresse : V'innopôle BP 22 81310 Lisle-sur-Tarn
Nb pages : 26 Annexe(s) : 12	
Année de soutenance : 2019	Maître de stage : Laure Gontier
Titre français: Etat des lieux des pratiques d'engrais vert dans le vignoble gaillacois	
Titre anglais: Situational analysis of green manure practices implemented in Gaillac vineyard	
Résumé (1600 caractères maximum) : La mise en œuvre d'engrais vert a montré d'intéressants potentiels à augmenter la matière organique des sols. Cette pratique consiste à utiliser un couvert végétal qui accumule de la biomasse. Celle-ci sera restituée au sol après la mort du couvert, et disponible pour la culture suivante. Les pratiques d'engrais vert se multiplient dans le vignoble de Gaillac, néanmoins un besoin de références techniques et d'évaluations des services fournis se fait sentir. Cette étude vise à recueillir les informations techniques et les règles de décisions des itinéraires d'entretien du sol intégrant des engrais verts. Une enquête en ligne a été effectuée et a permis de décrire 46 itinéraires d'entretien du sol. Ensuite, une campagne de terrain au moment de la destruction des engrais verts sur 16 parcelles du gaillacois a donné une illustration des performances des engrais, en fonction des choix techniques de mis en œuvre par le viticulteur et des conditions pédoclimatiques. Cette étude a finalement permis la construction de typologies d'usage d'engrais vert et de collecter les besoins des viticulteurs en matière de recherche sur les engrais verts. Ces agroécosystèmes multi-espèces ont grand besoin d'outils de pilotage pour faire face à la complexité des interactions qui s'y déroulent.	
Abstract (1600 caractères maximum): Green manuring has shown interesting potentials to increase soil organic matter. It consists in cover cropping intermediaries crops that accumulate biomass. This biomass will be released after cover crop death and available for the subsequent crop. Innovative green manure practices are burgeoning in Gaillac vineyard but still require technical references and assessment of potential services provided. This study aimed at collecting technical information and decision rules of the soil management itineraries associated with these GM uses. An online survey has been carried out and allow to describe 46 soil management itineraries. A field campaign at green manure destruction period on 16 plots of Gaillac vineyard gave an illustration of green manure performances, in relation with technical choice and pedoclimatic context. This study finally allowed to build typologies of green manure uses and to census winegrowers' needs in terms of research on green manure. Such multi-species agroecosystems call for management tool in order to tackle the complexity of interactions.	
Mots-clés : Engrais vert, entretien du sol, Vignoble de Gaillac, couverts végétaux en viticulture Key Words: Green manure, soil management itinerary, Gaillac vineyard, cover cropping vineyard	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires